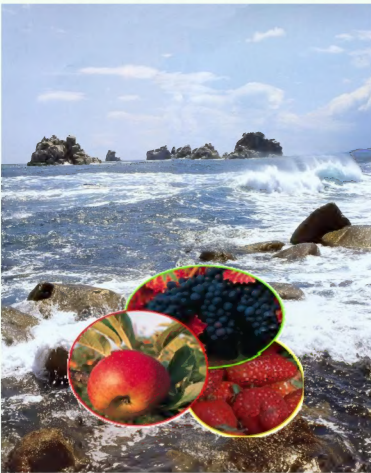


차 례

제 1 장. 원소주기법칙, 화학결합

제1절. 원자의 구조	4
제2절. 나트륨과 알칼리 금속	5
제3절. 마그네슘과 흠알칼리 금속	11
제4절. 염소와 할로젠	18
제5절. 드문기체	23
제6절. 멘델레예브원소주기법칙	29
제7절. 이온결합	32
제8절. 공유결합	38
제9절. 분자의 극성	41
제10절. 금속결합	46
장종합	51
복습문제	55



제 2 장. 산과 염기

제1절. 전해질과 비전해질	58
제2절. 초산과 염산	59
제3절. 산	63
제4절. 류산과 질산	70
제5절. 몰농도	73
제6절. 수산화나트륨과 수산화칼슘	77
제7절. 염기	79
제8절. 량성수산화물	84
제9절. 원소주기표에서 수산화물의 성질변화	89
장종합	91
복습문제	93

제 3 장. 염

제1절. 중화반응	95
제2절. 염의 분류와 성질	96
제3절. 이온반응	99
제4절. 염화나트륨과 탄산나트륨	105
제5절. 경수와 연수	108
장종합	115
복습문제	117



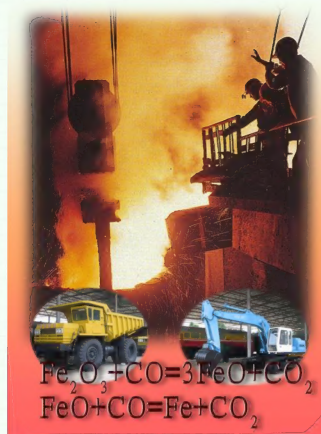


제 4 장. 산화물과 수소화합물

제 4 장. 산화물과 수소화합물	121
제 1절. 염기성 산화물	122
제 2절. 산성 산화물	125
제 3절. 양성 산화물	131
제 4절. 수소화합물	133
제 5절. 원소주기표에서 산화물의 성질변화	135
제 6절. 무기물질의 분류와 호상관계	136
장 종합	139
복습문제	140

제 5 장. 산화환원반응

제 5 장. 산화환원반응	142
제 1절. 산화와 환원	143
제 2절. 산화환원반응	146
제 3절. 산화제와 환원제	149
제 4절. 산화환원방정식 세우기	153
제 5절. 선철, 강철	156
장 종합	159
복습문제	160

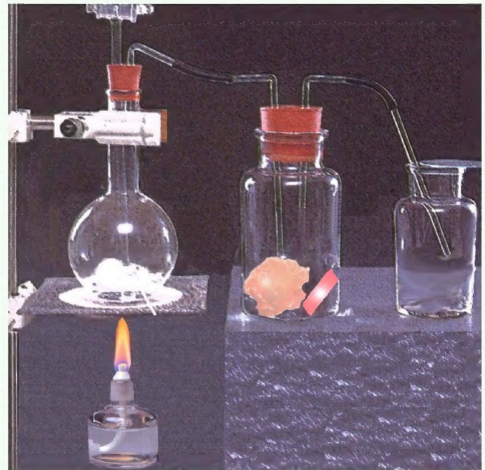


제 6 장. 화학반응과 열

제 6 장. 화학반응과 열	162
제 1절. 반응열	163
제 2절. 열화학방정식	165
제 3절. 헤스법칙	168
제 4절. 반응열 계산	172
제 5절. 마그네샤크링카	175
제 6절. 카바이드	179
장 종합	181
복습문제	182

학생실험

[실험 1]	나트륨의 성질	184
[실험 2]	불길색반응	185
[실험 3]	할로젠의 성질	186
[실험 4]	산의 성질	186
[실험 5]	1mol/L 소금용액 50mL만들기	187
[실험 6]	염기의 성질	189
[실험 7]	몇 가지 물질의 검출	190
[실험 8]	이산화탄소의 만들기와 성질	192
[실험 9]	금속의 활성비교	194
부록		196
몇가지 원소들		197
찾아보기		198



교과서안내



학습에 도움이 될 여러가지 참고자료들과 상식들을 폭넓게 담고있다.



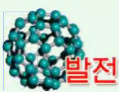
화학실험이나 지식습득에서 반드시 주의를 돌려야 할 내용을 담고있다.



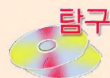
새 지식을 이끌어내고 실험기능을 높이기 위하여 수업시간에 하는 새기기실험(또는 보이기실험)이다.



쉽게 얻을수 있는 시약이나 기구를 리용하여 자체로 해보는 과외실험이다.



배운 내용에 기초하여 한계단 높은 지식을 습득하기 위한 내용을 담고있다.



지적능력을 높이기 위한 실험 및 응용문제들을 포함하고있다.



이미 배운 내용을 다지고 새로운 지식과의 연관을 맺어주기 위한 물음이다.

장종합

해당 장의 내용을 호상련관속에서 종합체계화하여 알기 쉽게 묶어준것이다.



원소주기법칙, 화학결합

원자의 구조

나트륨과 알칼리금속

마그네슘과 흠알칼리금속

염소와 할로젠

드문기체

멘델레예브원소주기법칙

이온결합

공유결합

분자의 극성

금속결합

제1장. 원소주기법칙, 화학결합

경애하는 수령 김일성대원수님께서서는 다음과 같이 교시하시였다.

《가장 초보적인것부터 시작하여 꾸준히 배워나아가면 나중에는 높은 이론을 가지게 될것입니다.》

화학을 깊이있게 학습하자면 가장 초보적인 지식부터 하나하나 잘 배워나아가야 한다. 원자의 구조를 잘 아는것은 물질이 어떻게 이루어졌으며 그 성질이 어떠한가를 밝히는데서 중요한 기초로 된다.

이 장에서는 원자의 전자적구조와 성질사이의 관계, 원자의 전자적구조와 원소주기표사이관계, 화학결합과 물질의 구조에 대하여 학습하게 된다.

제1절. 원자의 구조

핵과 전자

원자는 핵과 전자로 이루어져있다.

원자핵은 더 작은 알갱이들인 양성자와 중성자로 되어있다.

양성자는 양전기(1+)를 띤 알갱이이며 **중성자**는 전기를 띠지 않은 알갱이이다.



그림 1-1. 원자핵과 전자의 질량비교

원자핵에서 양성자의 수를 원자핵의 전하수라고 부르며 원자번호(Z)라고도 부른다.

$$\text{원자번호}(Z) = \text{양성자의 수} = \text{핵의 전하수} = \text{전자의 수}$$

$$\text{양성자의 질량}(1.672\ 6 \times 10^{-24}\text{g}) \approx \text{중성자의 질량}(1.674\ 8 \times 10^{-24}\text{g})$$

$$\text{전자의 전하수} = \text{양성자의 전하수}$$

전자는 음전기(1-)를 띠고있는 알갱이이며 질량은 양성자질량의 1/1840정도밖에 안 된다.

여러 물질들속에 들어있는 원자들은 양성자수에 의하여 구별할수 있다.

물질을 이루는 재료인 **화학원소**는 원자번호(양성자의 수)에 의하여 구별되는 원자들의 종이다.

실례로 원자번호가 2인 원자종은 헬륨원소이며 원자번호가 8인 원자종은 산소원소이다.

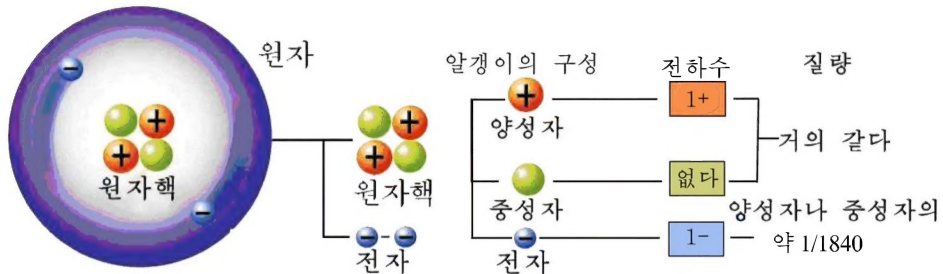


그림 1-2. 헬륨원자의 구조

동위체와 동위원소

원자들가운데는 양성자수는 같으면서 중성자수(N)가 다른 원자들이 있다.

원자안에 들어있는 양성자의 수(Z)와 중성자의 수(N)의 합을 질량수(A)라고 부른다.

$$A = Z + N$$

Z=1인 수소원자에는 질량수가 1, 2, 3인 원자들이 있고 Z=6인 탄소원자에는 질량수가 12, 13인 원자들이 있다.

원자번호(Z)는 같으면서 질량수가 다른 원자들을 동위체라고 부른다.

동위체 표시: ${}^A_Z\text{E}$ E: 원소기호



그림 1-3. 나트륨동위체

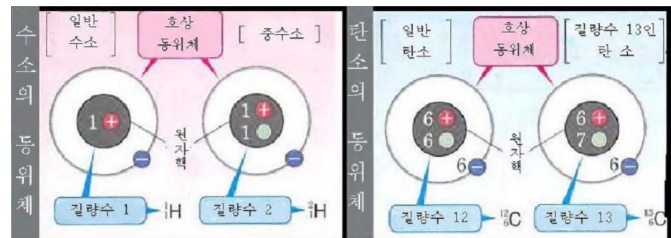


그림 1-4. 몇가지 원소들의 동위체모형

② Z=8이고 질량수가 16, 17, 18인 산소동위체에서 양성자수, 중성자수, 전자수는 얼마인가?

동위체들도 여러 물질속에 들어있다. 여러 물질속에 들어있는 원자들가운데서 원자번호도 같고 질량수에 의하여 구별되는 원자종을 동위원소라고 부른다.

화학원소는 동위원소들을 다 포함하여 나타낸다. 지금까지 알려진 화학원소의 수는 110여가지이지만 동위원소의 수는 1 700여가지나 된다. 그가운데서 자연계에 안정하게 존재하는 동위원소수는 340가지정도이다.

② 화학원소와 동위원소는 어떻게 다른가?

몇가지 동위원소

표 1-1

화학원소	원자번호	동위원소		
		질량수	기호	자연계에 있는 비율/%
수소(H)	1	1	${}^1_1\text{H}$	99.988 5
		2	${}^2_1\text{H}$	0.011 5
탄소(C)	6	12	${}^{12}_6\text{C}$	98.93
		13	${}^{13}_6\text{C}$	1.07
산소(O)	8	16	${}^{16}_8\text{O}$	99.759
		17	${}^{17}_8\text{O}$	0.037
		18	${}^{18}_8\text{O}$	0.204
염소(Cl)	17	35	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	75.78
		37	${}^{37}_{17}\text{Cl}$	24.22
동(Cu)	29	63	${}^{63}_{29}\text{Cu}$	69.1
		65	${}^{65}_{29}\text{Cu}$	30.9



탄소동위체 ${}^{12}_6\text{C}$ 와 원자량

원자량은 탄소동위체 ${}^{12}_6\text{C}$ 의 질량의 1/12을 기준으로 잡고 그것과 비교한 원자의 상대적질량이다.

$$\text{원자량} = \frac{\text{원자 1개의 질량}}{{}^{12}_6\text{C의 질량}/12} = \text{원자의 상대적질량}(Ar)$$

$${}^{12}_6\text{C의 질량} = 1.992\ 7 \times 10^{-23} \text{ g}, \quad {}^{12}_6\text{C의 질량}/12 = 1.660\ 6 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$1.660\ 6 \times 10^{-24} \text{ g}$ 을 원자질량단위라고 부르며 기호 m_u 로 나타낸다.

원자량(Ar)은 원자질량을 원자질량단위로 나눈 값이다.

$$Ar = \frac{m_a}{m_u} \quad (m_a : \text{원자의 질량})$$

자연계에서 탄소원소에 ${}^{12}\text{C}$ 는 98.93% 들어있고 ${}^{13}\text{C}$ 는 1.07% 들어있다. 그러므로 탄소원소의 원자량은 동위원소 ${}^{12}_6\text{C}$ 의 원자량 12로 되는것이 아니라 동위원소들의 원자량의 평균값으로 된다.

$$\text{탄소원소의 원자량} = \frac{12 \times 98.93 + 13 \times 1.07}{100} = 12.01$$

동위원소들은 자연계에 일정한 비율로 섞여있으므로 원소의 원자량은 주어진 원소의 동위체들의 함량을 고려하여 나타낸 평균값이다. 그러므로 원자량은 옹근수로 표시되지 않는다.

원자안에서의 전자배치

전자층

전자는 원자핵을 중심으로 여러층들에서 운동하고있다.

원자안에서 운동하는 전자가 놓일수 있는 하나하나의 층을 전자층이라고 부른다.

원자핵으로부터 제일 가까운 전자층을 K 층이라고 부르며 그 다음층들을 차례로 L 층, M 층, N 층, O 층, P 층이라고 부른다.

전자배치

전자는 핵에 가까운 전자층에 놓일수록 에너기가 작으며 핵으로부터 멀어질수록 큰 에너기를 가진다. 원자에서 전자들은 일정한 규칙에 따라 매 전자층에 정해진 수의 전자들이 배치되어 운동한다.

① 원자에서 전자들은 원자핵에 가까운 K 층부터 차례로 배치된다.

전자층에 전자가 다 채워지면 전자는 다음 전자층에 배치된다.

실례로 $Z=3$ 인 Li 의 경우 3개의 전자가운데서 2개는 K 층에 배치되고 나머지 1개는 L 층에 배치된다.

② 원자에서 최외전자층의 전자수는 8을 넘지 않는다.

예: $_{10}\text{Ne}$: $K-2$, $L-8$

$_{11}\text{Na}$: $K-2$, $L-8$, $M-1$

$_{18}\text{Ar}$: $K-2$, $L-8$, $M-8$

③ $_{36}\text{Kr}$ 의 전자배치는 어떠한가?

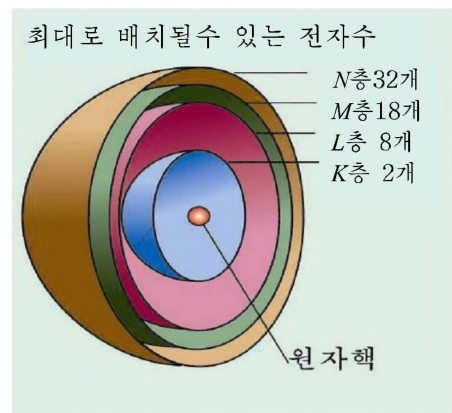
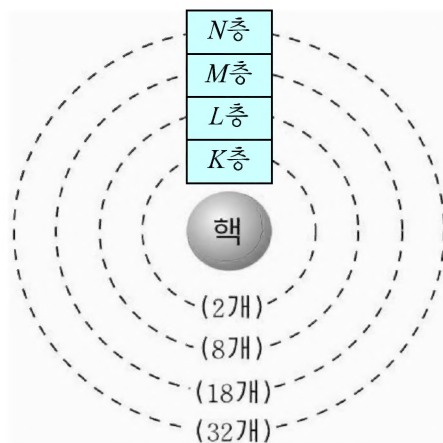
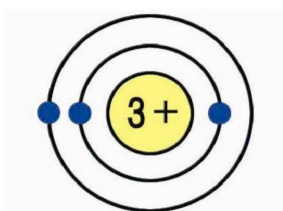


그림 1-5. 원자의 전자층모형



3Li

그림 1-6. 리튬의 전자배치

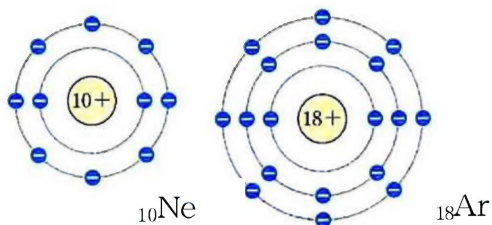


그림 1-7. 네온, 아르곤의 전자배치

몇가지 원소의 전자배치

표 1-2

원자 번호 (Z)	원소이름	원소기호	전자배치				원자 번호 (Z)	원소이름	원소기호	전자배치			
			K	L	M	N				K	L	M	N
1	수소	H	1				11	나트륨	Na	2	8	1	
2	헬륨	He	2				12	마그네슘	Mg	2	8	2	
3	리튬	Li	2	1			13	알루미늄	Al	2	8	3	
4	베릴륨	Be	2	2			14	규소	Si	2	8	4	
5	붕소	B	2	3			15	린	P	2	8	5	
6	탄소	C	2	4			16	류황	S	2	8	6	
7	질소	N	2	5			17	염소	Cl	2	8	7	
8	산소	O	2	6			18	아르곤	Ar	2	8	8	
9	불소	F	2	7			19	칼륨	K	2	8	8	1
10	네온	Ne	2	8			20	칼슘	Ca	2	8	8	2

원소의 성질과 전자배치와의 관계

원소의 성질은 최외전자층의 전자수에 많이 관계된다.

원소의 원자들 가운데서 최외전자층에 8개의 전자를 가진 원자가 가장 안정하다.

$_{10}\text{Ne}$ 이나 $_{18}\text{Ar}$ 에서처럼 최외전자층에 전자가 8개 배치된 전자층을 **다찬전자층**이라고 부른다. $_{2}\text{He}$ 의 경우는 2개의 전자가 있지만 이것도 다찬전자층이므로 안정한 전자배치이다. 모든 원자들은 안정한 전자배치를 가지려 한다.

예: 3Li 의 전자배치: $K-2$, $L-1$

한개의 전자를 내놓으면 안정한 다찬전자층배치로 된다.

$_{9}\text{F}$ 의 전자배치: $K-2$, $L-7$

한개의 전자를 받으면 안정한 다찬전자층배치로 된다.

원소의 원자가 전자를 내주고 양이온으로 되려는 성질을 전기적양성이라고 부르며 이런 원소들을 양성원소라고 부른다.

예: Na, K, Ca, Mg, Al: 최외전자층의 전자수 1~3개

원소의 원자가 전자를 받아서 음이온으로 되려는 성질을 전기적음성이라고 부르며 이런 원소들을 음성원소라고 부른다.

예: N, S, F, O, Cl: 최외전자층의 전자수 5~7개

서로 다른 원자들에서 최외전자층의 전자수가 같으면 그 원소의 화학성질도 비슷하다. 최외전자층의 전자수는 화합물들에서 그 원소가 가지는 최대산화수와 같다.

⑦ 표 1-2에서 화학성질이 비슷한 원소들을 찾아볼수 있는가?

문 제

- 산소동위체와 수소동위체에 기초하여 가능한 물분자의 종류를 찾아보아라.
- 질량수가 14인 질소동위체 $^{14}_7\text{N}$ 에 대하여 다음 물음에 대답하여라.
 - 원자번호, 양성자수, 중성자수, 전자수는 각각 얼마인가?
 - 질량수 14를 질소원소의 원자량이라고 말할수 있는가?
 - 원자번호 7은 이 동위체가 모든 원자들가운데서 7번째로 무거운 원자라는것을 나타내는가?
- ^3Li 과 ^{11}Na 의 전자배치에서 같은 점과 다른 점을 찾아보아라. 이 두 원소의 성질은 서로 비슷하다고 볼수 있는가?
- 다음의 문장에서 □안에 알맞는 말을 써넣어라.
 - 원자는 더 작은 알갱이인 □과 □로 이루어져있다.
 - 원자핵의 □는 □와 같고 □와도 같다.
 - 원자가 전기적으로 중성인것은 □와 □가 같기때문이다.
- ^{32}Ge , ^{35}Br , ^{54}Xe , ^{56}Ba 의 전자배치를 하고 표 1-2에서 이 원소들과 전자배치가 비슷한 원소들을 묶어보아라.

제2절. 나트륨과 알칼리금속

나트륨(Na)

우리의 일상생활은 소금과 떼여놓고 생각할수 없다.

소금(NaCl)은 바다물에 약 2.7% 들어있으며 나트륨원소는 Na^+ 형태로 바다물에 존재한다.

바다물의 양이 많기때문에 나트륨원소는 거의다 바다물에 들어있다고도 말할수 있다.

그밖에 돌소금이나 기타 광물들에도 나트륨은 Na^+ 형태로 들어있으며 이것은 쉽게 물에 용해되어 바다로 흘러들어간다.

그러면 나트륨원소가 Na^- 형태로만 존재하는것은 무엇때문인가.

$_{11}\text{Na}$ 의 전자배치와 성질

원자번호가 11인 나트륨원자의 전자배치는 다음과 같다.

전자층: $K \quad L \quad M$

전자수: $2 \quad 8 \quad 1$

나트륨원자는 최외전자층의 전자 1개를 내놓으면 안정한 8전자배치를 가지게 된다.

그러므로 최외전자층에 있는 전자 1개를 쉽게 내주려는 성질 즉 전기적양성을 가진다.

이때 양성자수와 전자수가 같은 상태에서부터 전자 1개를 내면 양성자수가 1개 더 많은 상태로 되므로 1가 양이온으로 된다.



Na^+ 의 전자배치: $K-2, L-8$

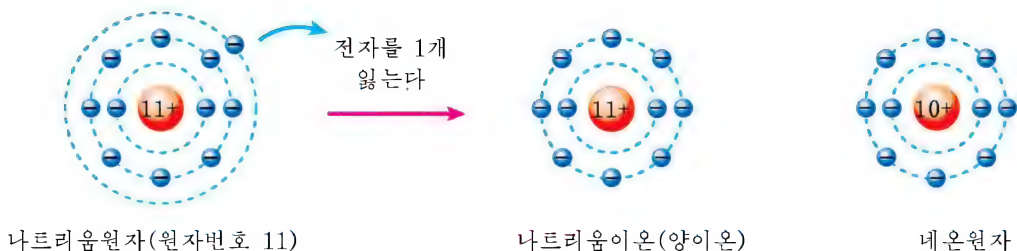


그림 1-8. 나트륨원자와 이온의 전자배치

나트륨은 전기적양성이 센 원소이다. 그러므로 자연계에 +1의 산화수를 가진 화합물상태로만 존재한다.

양성원소로 이루어진 단순물은 금속이다.

금속나트륨의 성질

금속나트륨은 나트륨원자로 이루어진 결정이다.

나트륨은 은백색의 금속윤기를 가지고있으며 손톱으로 누르면 자리가 나는 무른 금속이다.

밀도는 0.978g/cm^3 로서 물보다 가볍고 녹음점은 98.8°C 이다.

나트륨의 성질을 살펴보자.

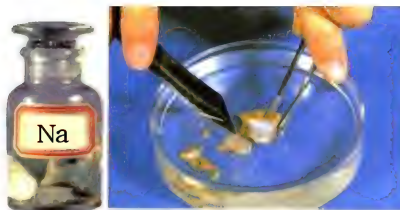
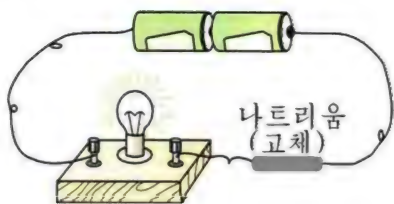


나트륨의 성질

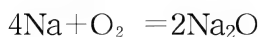
겉면을 깨끗이 한 나트륨덩어리를 유리판위의 종이우에 놓고 전지의 도선을 이것과 연결시켜 불이 오는가를 본다.

다음 나트륨덩어리를 칼로 잘라보고 자름면의 색이 어떠하며 점차 어떻게 변하는가를 본다.

쌀알만 한 나트륨조각을 물에 넣는다. 어떤 현상이 일어나는가?



칼로 자를 때 자름면은 공기중의 산소에 의하여 인차 흐려진다.



금속나트륨은 조금만 열을 주어도 공기속에서 노란 불꽃을 내면서 쉽게 탄다. 이때에는 Na_2O_2 이 생긴다.

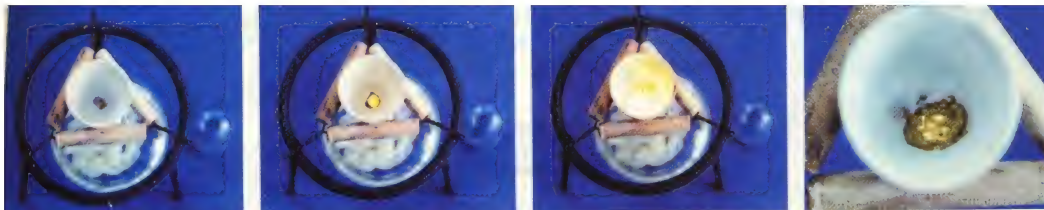


그림 1-9. 나트륨의 연소반응

② 나트륨이 산소와 반응하여 생긴 물질의 식이 Na_2O 로 되는것을 전자배치에 기초하여 설명할수 있는가?

금속나트륨은 염소, 류황과 같은 비금속과도 직접 반응한다.



나트륨은 물과 세 차게 반응한다. (그림 1-10)

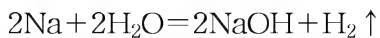


그림 1-10. 나트륨과 물과의 반응



그림 1-11. 염소속에서 나트륨의 연소

③ 나오는 기체가 수소인가를 어떻게 알아볼수 있는가?

③ 나트륨조각을 물에 넣으면 물위로 떠다닌다. 왜 그런가?

이와 같이 나트륨은 전자를 내주려는 성질이 강하기때문에 다른 물질들과 반응을 잘하는 활성이 센 금속이다.

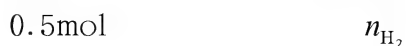
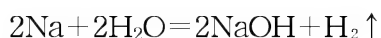
예: 11.5g의 금속나트륨속에 들어있는 나트륨원자는 몇mol이며 물과 작용시키면 수소기체 몇mol이 생기겠는가?

풀이. 조건: $m = 11.5\text{g}$

물음: $n_{\text{Na}} = ? \quad n_{\text{H}_2} = ?$

$$n_{\text{Na}} = \frac{m}{M} = \frac{11.5\text{g}}{23\text{g/mol}} = 0.5\text{mol}$$

수소기체의 물질량은 화학방정식으로부터 쉽게 알수 있다.



$$n_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{Na}}}{2} = \frac{0.5\text{mol}}{2} = 0.25\text{mol}$$

답. 나트륨원자 0.5mol, 수소 0.25mol



배수비의 법칙

금속나트륨이 공기속에서 산화될 때에는 Na_2O 가 생기고 연소될 때에는 Na_2O_2 이 생긴다. 이 두 화합물에서 산소원소의 원자의 질량비는 1:2로 된다. SO_2 과 SO_3 인 경우에도 산소원소의 원자의 질량비는 2:3으로서 옹근수비를 이룬다.

이것을 일반화하면 다음과 같이 표현할수 있다.

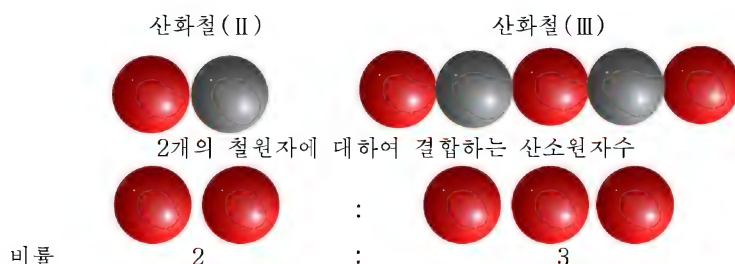
원소 A와 B가 화합하여 여러가지 화합물을 만들 때 일정한 량의 A와 화합하는 B의 질량의 비는 간단한 옹근수비로 된다.

이것을 **배수비의 법칙**이라고 부른다.

산화철(II)과 산화철(III)에서 산소의 질량비

산화물속에 들어있는 철의 질량/g	1.00	2.00	3.00	산소원자의 질량비
FeO에서 산소의 질량/g	0.285	0.570	0.855	2
Fe ₂ O ₃ 에서 산소의 질량/g	0.428	0.855	1.283	3

산화철에서 원소의 조성비



금속나트륨은 공기속에서 산소와 반응하고 공기속의 물기와도 반응하므로 석유 속에 넣어 보관한다.

금속나트륨은 활성이 센 물질이므로 보통방법으로는 만들수 없고 소금이나 가성소다를 용해시켜 전기분해하는 방법으로 만든다. 금속나트륨은 녹음점이 낮고 열전도성이 좋기때문에 원자력발전소들에서 열을 나르는 물질로 리용한다.

알카리금속

리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 프란시움(Fr)과 같은 원소들을 하나로 묶어 알카리금속원소라고 부른다.

《알카리》라는 이름은 이 원소들이 만드는 수산화물(예: NaOH, KOH)이 물에 잘 용해된다는데서 나왔다.

그러면 이 금속원소들의 성질이 비슷한것은 무엇때문이겠는가?

알카리금속원소의 전자배치와 성질

알카리금속원소의 성질이 서로 비슷한것은 전자배치와 관련되어있다. (표 1-3)

알카리금속원자들의 전자배치

표 1-3

전자층 원자	K	L	M	N	O	P
${}^3\text{Li}$	2	1				
${}^{11}\text{Na}$	2	8	1			
${}^{19}\text{K}$	2	8	8	1		
${}^{37}\text{Rb}$	2	8	18	8	1	
${}^{55}\text{Cs}$	2	8	18	18	8	1

알카리금속원자들은 최외전자층에 전자 1개를 가지고있으므로 이 전자를 내놓고 안정한 8전자배치를 가지려고 한다.

알카리금속을 M으로 표시하면 양이온이 생기는 과정은 다음과 같다.



알카리금속원소들은 모든 화합물에서 +1의 산화수만을 가진다.

예: Li_2CO_3 , NaOH, K_2CO_3 , CsCl, KCl, KOH, Li_2O , K_2O

알카리금속원자들은 원자번호가 커짐에 따라 전자층이 하나씩 늘어나며 그에 따라 원자핵으로부터 최외전자층까지의 거리 즉 원자반경이 커진다.

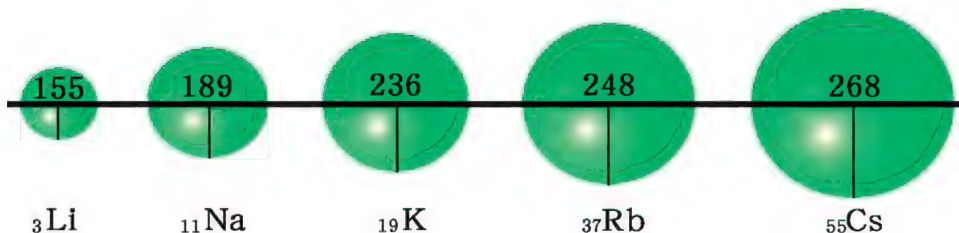


그림 1-12. 알카리금속원소의 원자반경(단위 pm) ($1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$)

원자반경이 커질수록 원자핵이 최외전자층의 전자를 끌어당기는 힘이 약해진다.

그러므로 알칼리금속원자들은 전자층이 많아질수록 전자를 내주기가 보다 쉬워진다. 다시말하면 원자번호차레로 전기적양성이 세진다.

알칼리금속의 성질

알칼리금속은 모두 은백색의 고체이며 Cs만은 노란색을 띤다. 원자번호가 커짐에 따라 알칼리금속의 밀도는 커진다. (그림 1-13)

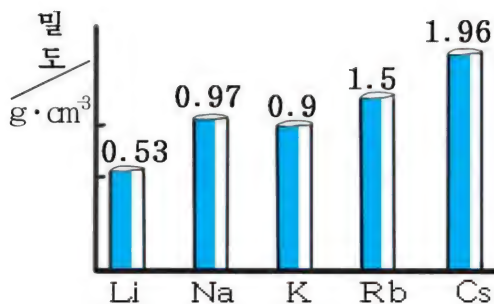


그림 1-13. 알칼리금속의 밀도

알칼리금속의 밀도가 원자반경이 커지는데 따라 작아지지 않고 커지는것은 원자량이 원자번호차레로 커지는것과 관련된다.

알칼리금속의 녹음점은 낮으며 원자번호가 커감에 따라 낮아진다. (표 1-4)

알칼리금속의 녹음점

표 1-4

금 속	Li	Na	K	Rb	Cs
녹음점/°C	179	98	63	39	29

알칼리금속들은 금속나트륨처럼 여러가지 물질과 잘 반응하지만 활성은 서로 차이난다. 리튬의 활성은 나트륨보다 약하지만 칼리움은 나트륨보다 크며 원자번호가 커감에 따라 알칼리금속의 활성은 점점 커진다.

알칼리금속과 물과의 반응을 보면 리튬은 세차게 반응하고 나트륨은 불이 붙으면서 맹렬히 진행되며 칼리움은 폭발적으로 반응한다. (그림 1-14)



리튬

나트륨

칼리움

그림 1-14. 알칼리금속의 반응성비교

원자번호가 커짐에 따라 원소들의 전기적양성이 커지는것처럼 금속들의 활성도 이 차례로 커진다.

⑦ 금속칼리움과 산소, 염소, 류황과의 반응을 화학방정식으로 나타내어라.

알카리금속들은 쓰이는데가 많다. 금속리튬은 전지를 만드는데와 가벼운 합금을 만드는데 쓰인다. 나트륨등은 누린빛을 내는데 그 빛은 안개를 뚫고나가는 능력이 크므로 멀리까지 비친다.

칼리움은 나트륨과 마찬가지로 열을 나르는 액체로 쓰이며 합금과 경질유리를 만드는데 쓰인다. 루비듐과 세슘은 빛을 쪼일 때 최외전자층의 전자가 쉽게 떨어져므로 빛전자관을 만드는데 쓰인다.



알카리금속원소의 발견자 데이비

칼리움, 나트륨, 리튬은 다른 원소들에 비하여 뒤늦게 발견되었다.

이것을 발견한 사람은 영국의 화학자 데이비(1778-1829)이다. 데이비는 가난한 목공의 아들로 태어나 공부를 제대로 하지 못하였다. 그는 16살에 약방심부름꾼으로 들어가 혼자서 공부를 시작하였고 뒤이어 화학실험에서 뛰어난 재능을 과시하였다. 그리하여 23살에 왕립연구소의 교수로 되었다. 활성이 강한 칼리움, 나트륨, 리튬은 물과 세차게 반응하는 물질이므로 용액상태에서는 갈라낼수 없었다. 수많은 실험을 거듭하여 1807년에 수산화칼리움, 수산화나트륨을 용융전기분해하여 금속칼리움과 나트륨을 얻어냈으며 같은 방법으로 Mg, Ca, Sr, Ba을 얻어냈고 1818년에 리튬을 얻어냈다. 그후 도이칠란드의 화학자 분젠과 물리학자 키로히호프가 스펙트르분석방법(빛을 파장별로 갈라서 분석하는 방법)으로 온천의 약수로부터 루비듐과 세슘을 발견하였다.

문 제

1. 다음의 표현에서 틀린것을 바로 잡아라.

- ㄱ) ${}^{23}_{11}\text{Na}$ 에서 23은 Na의 원자량이다.
- ㄴ) 2.3g의 나트륨과 반응할수 있는 모든 수용액의 %농도는 같다.
- ㄷ) 같은 질량의 알카리금속들이 반응할수 있는 물의 량은 같다.

2. 알카리금속이온에 속하는것을 갈라내어라.

- ㄱ) 질량수=37, 중성자수=20, 전자수=18
- ㄴ) 양성자수=11, 질량수= 23, 전자수=10
- ㄷ) 질량수=39, 중성자수=20, 전자수=19

르) 양성자수=9, 중성자수=10, 전자수=9

3. 알칼리금속들이 물과 반응할 때 서로 차이 나는 현상을 설명하여라.
4. 금속나트륨에 불길을 가져다대면 불이 달린다. 부주의로 금속나트륨에 불이 달렸을 때 무엇으로 꺼야 하는가?
5. 금속리튬을 가지고 30%수산화리튬용액 100g을 만들려고 한다. 금속리튬 몇mol을 반응시켜야 하는가? (답 1.25mol)

제3절. 마그네시움과 흙알칼리금속

마그네시움(Mg)

마그네시움은 나트륨과 마찬가지로 자연계에 화합물상태로만 존재한다. 주요광물을 보면 마그네사이트(MgCO_3), 고회석($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), 활석($\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$), 돌솜 등이다.

또한 식물의 빛합성에서 중요한 역할을 하는 엽록소의 중요한 성분으로 들어있다. 그러면 마그네시움원소가 화합물상태로만 존재하는 까닭은 무엇때문인가?

^{12}Mg 의 전자배치와 성질

전자층: K L M

전자수: 2 8 2

② 나트륨원자의 전자배치와 같은 점은 무엇인가?

나트륨원자의 전자배치와 다른 점은 최외전자층의 전자수가 하나 더 많은것이다. 마그네시움원자도 2개의 전자를 내놓으면 안정한 8전자배치를 가지게 된다.



Mg^{2+} : K-2, M-8

(^{10}Ne 의 전자배치)

마그네시움원자는 나트륨보다 양성자를 하나 더 가지고있으므로 전자를 끌어당기는 힘이 세다. 그러므로 마그네시움원소의 전기적양성은 나트륨원소보다 약하다.

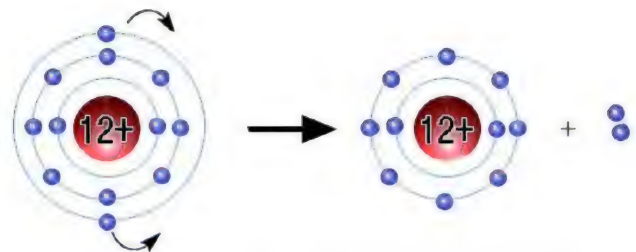


그림 1-15. 마그네시움원자와 이온의 전자배치

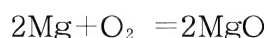
마그네시움원소는 모든 화합물에서 +2의 산화수를 가진다.

예: MgO , MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgSO_4 , MgCO_3

금속마그네시움의 성질

마그네시움은 은백색의 금속윤기를 가지며 금속나트륨보다 5배나 굳고 전기전도성은 나트륨보다 훨씬 좋다.

밀도는 $1.74\text{g}/\text{cm}^3$ 이고 녹음점은 650°C 이다. 공기속에서 산소와 작용하면 겉면이 흐려진다. 보통온도에서는 안정하지만 가열하면 매우 밝은 백색의 빛을 내면서 연소된다.



이 성질을 리용하여 축포탄과 연막탄을 만든다.

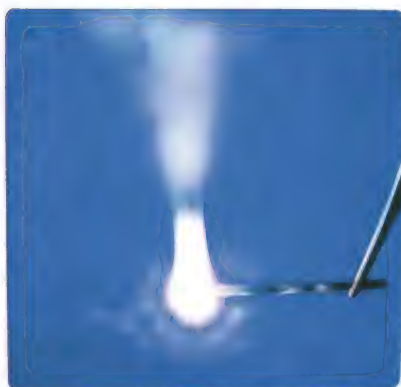
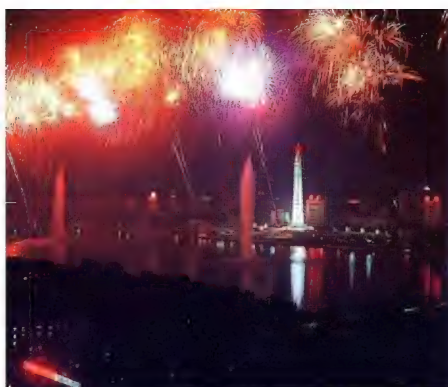
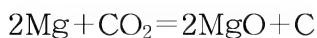


그림 1-16. 마그네시움의 연소

마그네시움덩이를 불붙여 이산화탄소가 가득찬 병속에 넣어도 계속 연소된다.



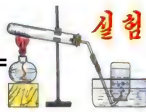
이것은 마그네시움이 전자를 내는 능력이 크다는것을 보여준다.

축포가 터질 때 여러가지의 색은 금속 또는 금속화합물을 가열할 때 내는 색을 리용한것이다.

금속나트륨과 그 화합물은 불길을 노란색으로, 금속칼리움과 그 화합물은 불길을 붉은보라색으로 물들인다. (그림 1-17)



그림 1-17. 몇가지 금속의 불길색



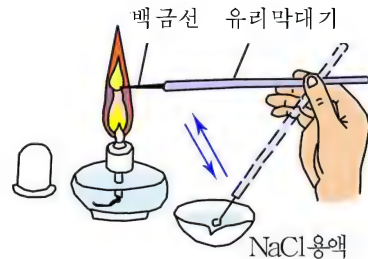
실험

불길색 알아보기

① 깨끗한 백금선고리나 운모조각에 나트륨염용액을 묻혀 불길에 가져간다.

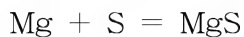
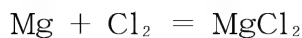
② 같은 방법으로 칼륨염용액을 묻혀 불길에 가져간다.

어떤 색으로 물들어지는가?



불길의 색으로 원소를 가려보는 방법을 불길색반응이라고 부른다.

마그네시움은 염소, 류황과 같은 비금속과도 가열하면 세차게 반응한다.



금속마그네시움은 보통온도의 물과는 반응하지 않지만 끓이면 반응하여 수소를 내보낸다.

가열



활발카리금속

칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba)을 활발카리금속이라고 부른다.

그 이름은 이 금속의 수산화물이 물에 잘 용해되는 알카리이고 땅껍데기의 광물을 이

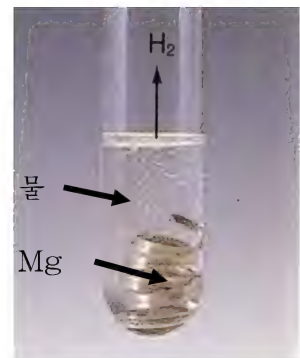


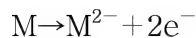
그림 1-18. 마그네시움과 물과의 반응

루는 주요원소이며 그 단순물이 금속이라는데서 유래되었다.

이 금속원소들의 전자배치는 마그네슘원자의 전자배치와 비슷하다. (표 1-5)

흠알카리금속원소의 전자배치						표 1-5
원소 \ 전자층	K	L	M	N	O	P
^{20}Ca	2	8	8	2		
^{38}Sr	2	8	18	8	2	
^{56}Ba	2	8	18	18	8	2

이 금속원소들의 최외전자층의 전자수는 다같이 2이다. 이 전자를 내놓으면 안정한 8 전자배치를 가지게 된다.



흠알카리금속원소들은 모든 화합물들에서 산화수가 +2이다.

이 금속원자들은 전자층의 수가 많아짐에 따라 원자반경이 커진다.

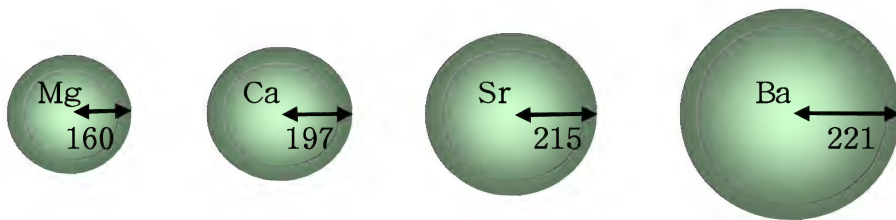


그림 1-19. 흠알카리금속원소의 원자반경/pm ($1\text{pm}=10^{-12}\text{m}$)

② 전자층수가 같은 알카리금속원소에 비하여 원자반경이 큰가 작은가?

흠알카리금속원소들은 전자층수가 많아질수록 전기적양성이 보다 세진다. 바륨과 스트론튬은 전자를 쉽게 내주는 성질이 있어 세슘이나 루비듐과 함께 빛전자관을 만드는데 이용된다. (그림 1-20)

③ 원소의 전기적양성을 최외전자층의 전자수만을 가지고 평가할수 있는가?

흠알카리금속들은 모두 은백색의 가벼운 금속이며 녹음점도 그리 높지 않다.

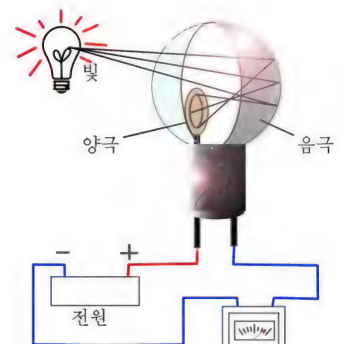


그림 1-20. 빛전자관의 작용원리

흙알카리금속의 밀도와 녹음점

표 1-6

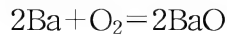
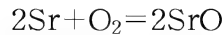
금속	Ca	Sr	Ba
성질			
밀도/g · cm ⁻³	1.53	2.63	2.59
녹음점/°C	850	770	714

흙알카리금속의 밀도와 녹음점변화는 알카리금속의 변화와 비슷하다.

흙알카리금속은 마그네시움과 달리 찬물과도 쉽게 반응하여 수소기체를 내보낸다.



또한 마그네시움처럼 공기속에서 가열하면 연소된다.



흙알카리금속은 뚜렷한 불길색반응을 한다. (그림 1-17)

칼시움 또는 그 염 → 붉은감색

스트론티움 또는 그 염 → 붉은색

바리움 또는 그 염 → 노란플색

② 흙알카리금속의 화학성질을 알카리금속과 비교하고 같은 점과 다른 점을 말하여라.

문 제

1. 마그네시움원소의 전기적양성은 나트륨원소보다 약하다. 그 까닭은 무엇인가?
2. 흙알카리금속과 알카리금속의 성질을 대비해보면 어떤 공통점을 찾아낼수 있는가?
3. $Z=12, 38$ 인 두 금속이 있다. 이 금속을 어떻게 갈라볼수 있겠는지 그 방법을 두가지이상 말해보아라.
4. 흙알카리금속은 질소와 반응하여 두 원소로 이루어지는 화합물을 만든다.
 - ㄱ) 전자배치에 기초하여 칼시움과 질소가 반응하여 만드는 화합물의 화학식을 결정하여라.
 - ㄴ) 표준조건으로 환산하여 반응에 참가한 질소의 체적이 5.6L였다면 칼시움 몇 mol이 반응에 참가하였는가? (답. 0.75mol)

제4절. 염소와 할로겐

염소(Cl)

염소는 땅겉데기에 많이 있는 원소이며 질량으로 전체 원소의 0.19%를 차지한다. 자연계에서 염소는 단순물로가 아니라 나트륨과 마그네슘의 염화물형태로 바다물에 용해되어있다. 그밖에 돌소금(NaCl), 실빈(KCl)에도 들어있다.

그러면 염소는 화합물에서 어떤 상태로 존재하겠는가?

$_{17}\text{Cl}$ 의 전자배치와 성질

전자층: $K \quad L \quad M$

전자수: $2 \quad 8 \quad 7$

② 전자배치에서 Na과 같은 점은 무엇인가?

염소원자는 나트륨원자와 반대로 1개의 전자를 받으면 쉽게 안정한 8전자배치구조를 가지게 된다.

$\text{Cl} + e \rightarrow \text{Cl}^-$ Cl^- : $K-2, L-8, M-8$ ($_{18}\text{Ar}$ 과 같은 배치)

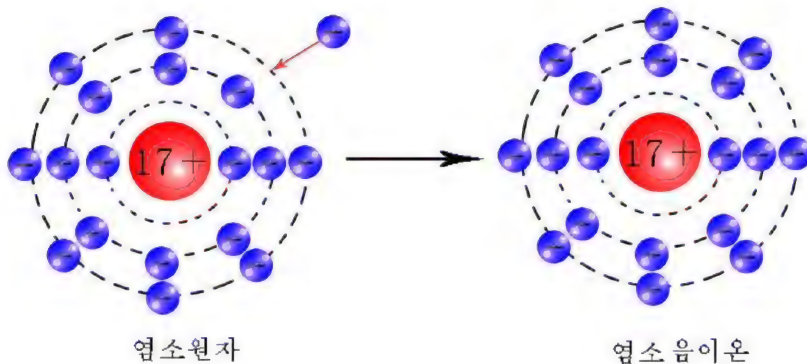


그림 1-21. 염소원자와 음이온의 전자배치

염소원소는 전자를 받아서 음이온으로 되려는 성질 즉 전기적음성을 가진다.

염소원소는 음성원소로서 자연계에 대체로 -1 의 산화수를 가진 화합물로 존재한다.

② 음성원소들로는 어떤 원소들이 될수 있는가?

례: 금속칼슘이 염소와 반응하면 염화칼슘이 생긴다.

이 물질의 조성이 CaCl_2 로 되는것은 무엇때문인가?

$_{20}\text{Ca}$: $K-2, L-8, M-8, N-2$

$_{17}\text{Cl}$: $K-2, L-8, M-7$



주고받은 전자수가 같아지려면 $\text{Ca}:\text{Cl}=1:2$ 즉 CaCl_2 로 된다.

염소(Cl_2)의 성질

염소원소의 단순물은 보통조건에서 노란푸른색의 기체이며 코를 찌르는듯 한 냄새를 낸다.

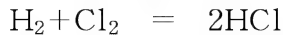
화학식(분자식): Cl_2

물질량: $M=71\text{g/mol}$

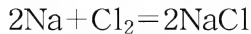
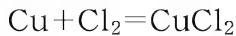
염소는 보통조건에서 수소와 반응하지 않는다.

그러나 빛을 쬌거나 열을 주면 폭발적으로 반응한다.

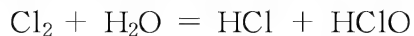
열 또는 빛



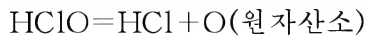
염소는 금속들과 잘 화합한다. 염소속에 가열한 동선을 넣으면 세차게 반응한다.(그림 1-22)



염소는 20°C 의 물 1mL에 2.2mL 용해된다. 염소가 물에 용해된 용액을 **염소수**라고 부른다. 염소수는 물을 소독하는데 이용된다.



염화수소 차아염소산



생겨난 원자산소는 물속의 균을 죽이는 작용을 한다. 잉크물에 염소수를 넣으면 색이 없어진다. 또한 염소기체가 들어있는 병에 꽃을 넣으면 색이 없어진다.(그림 1-23)



그림 1-22. 동과 염소와의 반응

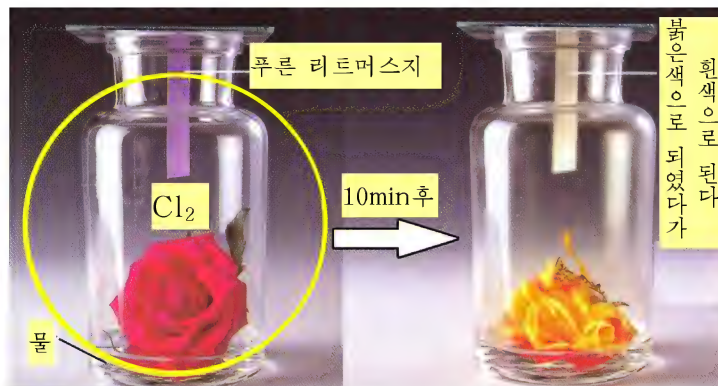


그림 1-23. 염소에 의한 꽃의 탈색

이 현상도 원자산소의 작용과 관련된다.

공업적으로 염소는 소금물을 전기분해하여 만든다. 실험실에서는 MnO_2 에 염산을 작용시켜 얻는다. (그림 1-24)

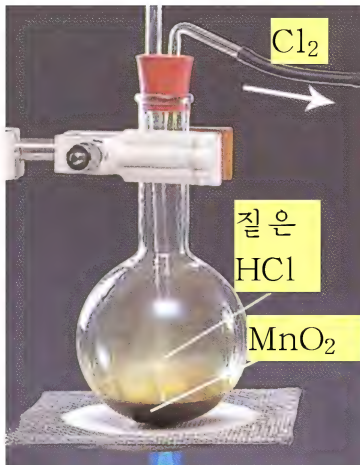


그림 1-24. 염소만들기



그림 1-25. 염소의 용도

염소는 여러 분야에 리용된다. (그림 1-25)

할로겐

성질이 서로 비슷한 불소(F), 염소(Cl), 브롬(Br), 요드(I), 아스타틴(At) 원소들을 통틀어 **할로겐**이라고 부른다.

할로겐의 성질은 전자배치와 관련되어있다.

할로겐원자의 전자배치

표 1-7

전자층 원소	K	L	M	N	O	P
${}^9\text{F}$	2	7				
${}^{17}\text{Cl}$	2	8	7			
${}^{35}\text{Br}$	2	8	18	7		
${}^{53}\text{I}$	2	8	18	18	7	
${}^{85}\text{At}$	2	8	18	32	18	7

할로겐은 최외전자층에 모두 7개의 전자를 가지고있다. 그러므로 전자 한개를 받으면 안정한 8전자배치를 가지게 된다.



X: 할로겐

할로젠은 모두 음성원소들이다.

할로젠은 전자를 내주기 쉬운 양성원소들과 쉽게 화합하며 자연계에서 -1의 산화수를 가진 화합물상태로 존재한다.

(?) 알카리금속원소와 흠알카리금속원소의 전기적양성변화에 비추어보면 할로젠에서 전기적음성은 어떻게 변화되겠는가?

할로젠원자들의 원자반경은 전자층수가 많을수록 커진다.

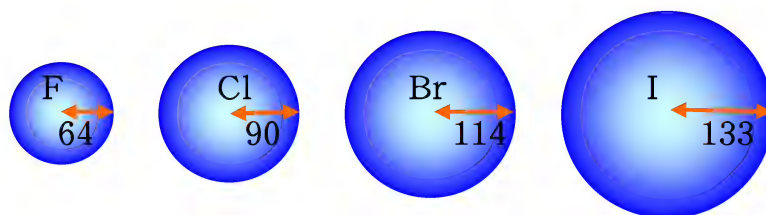


그림 1-26. 할로젠의 원자반경(pm)

할로젠단순물들은 모두 2원자분자(X_2)이며 물리성질은 다음과 같다. (표 1-8)

할로젠단순물의 물리성질

표 1-8

단순물의 이름과 화학식	보통조건에서의 모임상태	색	밀도/ $g \cdot cm^{-3}$	끓음점/ $^{\circ}C$
불소 F_2	기체	연한 풀색	1.08(액체)	-188
염소 Cl_2	기체	노란풀색	1.58(액체)	-34
브롬 Br_2	액체	붉은밤색	3.12(액체)	59
요드 I_2	고체	검은회색	4.94(고체)	185

(At는 방사성원소이며 자연계에서 그량은 보잘것 없이 작다.)

(?) 할로젠단순물들이 모임상태가 서로 다른것을 분자량의 견지에서 설명하여라.

단순물에서 요드의 특징은 쉽게 승화되는것이다. (승화: 고체로부터 직접 기체로 되는 현상)

승화된 기체는 찬 물체와 접촉하면 고체로 전환된다. (그림 1-27)

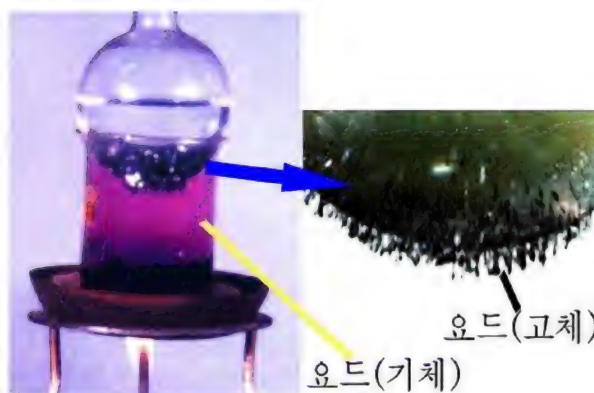


그림 1-27. 요드의 승화

할로젠 단순물들의 활성을 비교해보자.



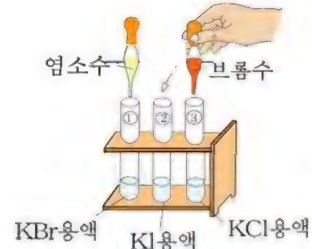
실험

염소와 브롬의 반응성

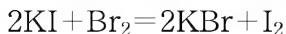
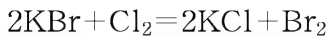
① 시험관에 브롬화칼리움(KBr)용액을 2mL 정도 넣은 다음 염소수(Cl_2)를 몇방울 떨어뜨려 넣는다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.

② 시험관에 염화칼리움(KCl)용액과 요드화칼리움(KI)용액을 2mL 정도 넣은 다음 브롬수(Br_2)를 몇방울 떨어뜨려 넣는다.

어떤 현상이 일어나는가를 본다.



브롬화칼리움용액에 염소수를 작용시키면 불그스름한 색을 띤 브롬이 생기며 요드화칼리움용액에 브롬수를 작용시키면 검은보라색의 요드가 생긴다.



이것은 Cl_2 의 활성이 Br_2 보다 크며 Br_2 의 활성은 I_2 보다 크다는 것을 보여준다.

요드는 마그네시움가루와 직접 반응하지 못하고 물을 한두방울 떨어뜨려야 반응하지만 염소는 직접 금속과도 반응한다. (그림 1-28)



그림 1-28. 마그네시움과 요드의 반응

할로젠 단순물과 금속, 수소, 물과의 반응성은 불소에서 가장 세차고 요드에서 가장 약하다.

할로젠 단순물의 활성차이는 $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ 이다.

할로젠 단순물들은 우리 생활에 널리 이용된다.

바다나물에는 요드가 많이 들어있다. 사람들은 미역을 식료품으로 이용하면서 생명활동에 필요한 요드를 섭취한다. 병원에서 외상치료약으로 요드의 알콜용액인 요드링크를 이용한다.

불소는 센 살균작용이 있어 방부제(변질되는 것을 막는 것)로 이용한다.

문 제

1. 할로젠과 알칼리금속원소들가운데서 화학반응이 보다 쉽게 일어날수 있는 원소들을 찾아서 설명하여라.
2. 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내어라.

$$\text{KBr} \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr}$$
3. 염소가 알루미늄과 반응하면 어떤 조성의 물질이 얻어지며 이 물질 1mol을 만드는데 드는 염소는 표준조건에서 몇L인가? (답. 33.6L)
4. 이름이 붙어있지 않는 두 시약병(KCl과 KI)이 있다. 다른 한가지 물질을 리용하여 두 시약을 어떻게 갈라볼수 있겠는가?



할로젠과 그 이름의 유래

할로젠이란 말은 그리스어로 《염을 만든다.》는 뜻이다. 할로젠에서 불소는 그리스어로 《파괴자》라는 뜻을 담고있다. 1671년에 불화수소(HF, 위험한 기체)가 발견된 때로부터 여러 과학자들이 목숨을 바쳐가면서 불소를 갈라내기 위한 연구를 진행하였다. 1886년 6월에 프랑스의 무아쌍이라는 화학자가 전기분해법으로 불소를 얻는데 성공하였다. 염소는 1774년에 스웨리에화학자 쉘레가 MnO_2 에 염산(HCl수용액)을 작용시켜 얻어냈다.



그런데 그는 이 기체를 화합물로 잘못 생각하였기때문에 새로운 원소로 인정되지 못하고있다가 36년이 지난 1810년에 영국의 화학자 데이비가 새 원소로서 이것을 《염소》라고 이름지었다. 그리스어로 염소는 《물색》의 의미를 담고있다. 브롬은 1826년 프랑스의 교원인 23살 난 발라르에 의하여 발견되었다. 그는 바다소금의 모액에 염소를 흘려보내어 붉은밤색의 액체물질을 얻었다. 이 물질이 냄새를 내는데 그리스어로 《역한 냄새》라는 뜻에서 《브롬》이라고 지었다.

요드는 1811년에 프랑스사람인 구르또아가 NaNO_3 (질산나트륨)에 바다식물을 섞어 열주는 실험을 하던 도중 고양이가 넘어뜨린 류산병의 류산이 반응가마에 흘러들어가자 보라색기체가 피어나는것을 통해 발견하였다. 그리스어로 《보라색》이라는 뜻에서 《요드》라고 이름지었다.

제5절. 드문기체

공기속에는 산소(O_2), 질소(N_2)와 달리 원자로 자유롭게 존재하는 기체물질이 있다. 이 기체물질들은 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 크세논(Xe)이다. 이 물질들을 통틀어 **드문기체**라고 부른다.

그러면 할로젠과 달리 원자로 자유롭게 존재할수 있는것은 무엇때문인가?
그것은 드문기체 원자들의 전자배치와 관련되어있다. (표 1-9)

드문기체원자들의 전자배치

표 1-9

전자층 원소	K	L	M	N	O	P
${}^2\text{He}$	2					
${}^{10}\text{Ne}$	2	8				
${}^{18}\text{Ar}$	2	8	8			
${}^{36}\text{Kr}$	2	8	18	8		
${}^{54}\text{Xe}$	2	8	18	18	8	
$*{}_{86}\text{Rn}$	2	8	18	32	18	8

드문기체원자들은 최외전자층에 모두 8개의 전자를(헬륨만은 2) 가진 안정한 전자 배치를 하고있다. 그러므로 이 원자들은 전자를 내놓지도 받아들이지도 않는다.

따라서 드문기체 원소들은 전기적양성도, 전기적음성도 가지지 않는다. 그러므로 드문기체는 자연계에 단순물상태로만 존재한다.

드문기체는 공기속에 체적으로 1%정도 들어있다.

공기의 조성

표 1-10

성분	N_2	O_2	Ar	CO_2	나머지
체적조성/%	78	20.98	0.93	0.03	0.06

드문기체는 끓음점과 녹음점이 매우 낮다.

드문기체의 끓음점과 녹음점

표 1-11

물 질	He	Ne	Ar	Kr	Xe
녹음점/°C	-272	-249	-189	-157	-112
끓음점/°C	-269	-246	-186	-153	-108

② 드문기체의 끓음점과 녹음점변화에서 특징은 무엇인가?

드문기체를 두 전극이 설치된 진공상태의 유리관속에 넣고 높은 전압을 걸어주면 여러가지 아름다운 색을 낸다.

이 특성을 리용하여 밤거리를 아름답게 해주는 장식등을 만든다.

높은 전압에서

드문기체가 내는 색 표 1-12

헬륨(He)	진한 노란색
네온(Ne)	연분홍색
아르곤(Ar)	붉은색
크립톤(Kr)	푸른색
크세논(Xe)	보라색

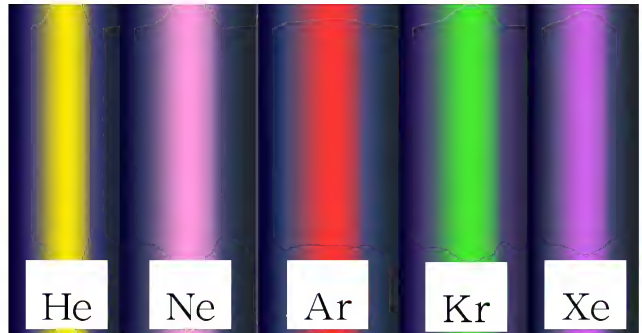


그림 1-29. 드문기체가 들어있는 방전등의 색

드문기체는 다른 물질과 반응하지 않는다. 전등에 아르곤을 넣으면 그것이 빨갛게 단 월프람선과 반응하지 않으며 월프람의 증발을 막아주므로 질소를 넣은 전등보다 더 오래 쓰게 된다.

드문기체는 물에 거의나 용해되지 않는다. 그가운데서 헬륨이 제일 적게 용해되는데 이 성질을 리용해서 잠수부들이 리용하는 호흡용공기속에 질소대신 넣어주면 피속에 풀려들어가는 질소에 의하여 생기는 호흡장애병인 잠수병을 막을수 있다.

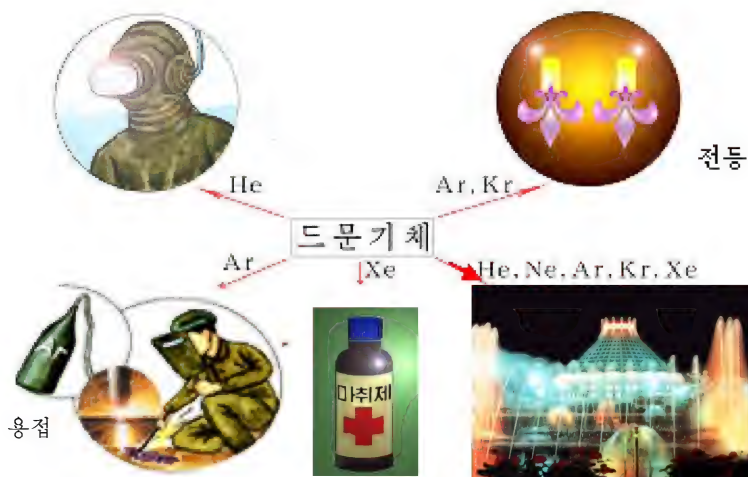


그림 1-30. 드문기체의 용도

② 용접에 아르곤을 리용하는것은 무엇때문인가?



드문기체의 발견

1785년 영국의 화학자 캐벤디쉬는 실험과정에 공기속에 산소, 질소, 탄산가스밖에 적은 량의 기체가 들어있다는것을 발견하였다.

100년이 지난 1894년에 영국의 물리학자 레이레이는 기체의 밀도를 측정하는 과정에 산소를 없앤 나머지기체(질소라고 생각한것)의 밀도는 1.257g/L인데 화합물을 분해($\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)하여 얻은 질소의 밀도는 1.251g/L로서 차이난다는것을 발견하였다. 그는 영국의 화학자 램제이와 함께 여기에 주의를 돌리고 열을 가한 동관에 공기를 통과시켜 CuO의 생성으로 산소를 없애고 열을 준 마그네시움이 들어있는 관으로 나머지기체를 통과시켜 Mg_3N_2 의 형태로 질소를 제거하였다. 그리하여 나머지기체로부터 새로운 물질을 발견하고 《활발하지 못하다》는 뜻에서 《아르곤》이라고 이름지었다. 그후 1895년에 헬륨이, 1898년에 크립톤, 네온, 크세논이, 1895년에 방사성원소인 라돈이 발견되었다. 라돈은 공기속에 없다.

※ 드문기체는 매우 안정한 물질이지만 원자번호가 큰 Xe은 불소와 여러가지 화합물을 만들수 있다.



문 제

1. 드문기체가운데서 헬륨이 물에 제일 적게 용해되는 까닭은 무엇인가?
2. 드문기체원자의 전자배치와 같은 이온들을 각각 3개씩 찾아 써라.
3. 공기의 조성을 체적조성과 질량조성으로 나타내어라.
4. 아르곤 5kg을 얻으려면 표준조건에서 공기 몇 m^3 를 처리해야 하는가?(답. 301.07 m^3)

제6절. 멘델레예브원소주기법칙

원소주기법칙

화학원소의 성질이 원자의 전자적구조와 어떤 관계에 있는가를 밝혀주는 법칙이 원소주기법칙이다.

원소주기법칙은 화학의 전반적리해와 응용에서 대단히 중요한 의의를 가진다.

먼저 ${}_3\text{Li}$ 으로부터 ${}_{10}\text{Ne}$ 까지의 원소들에서 원자들의 전자배치를 살펴보자.

원자번호가 커짐에 따라 전자총수는 늘지 않고 최외전자층의 전자수만이 늘어난다.

원자번호가 커진다는것은 양성자수 즉 핵의 전하수가 많아진다는것이며 결과 최외전자층의 전자를 보다 세게 끌어당긴다. 따라서 원자번호가 커짐에 따라 원소의 전기적양성은 점차 약해지고 전기적음성은 점차적으로 세진다.

${}_{10}\text{Ne}$ 에서는 L 층이 다 채워지며 결과 전기적양성도 전기적음성도 나타내지 않는다.

⑦ $Z=3\sim 10$ 인 원소들에서 원자반경은 어떻게 변화되겠는가?

${}_{11}\text{Na}$ 으로부터 ${}_{18}\text{Ar}$ 에서는 원자번호가 커짐에 따라 M 층을 채운다. (표 1-14)

여기서 ${}_{11}\text{Na}$ 은 전기적양성이 제일 세며 ${}_{17}\text{Cl}$ 은 전기적음성이 제일 세다. ${}_{18}\text{Ar}$ 에서는 전기적양성도 전기적음성도 나타내지 않는다. 이와 같이 원자번호가 커감에 따라 전자배치는 규칙적으로 변하며 그에 따라 전기적양성으로부터 전기적음성으로의 변화가 되풀이된다. (그림 1-31)

$Z=3\sim 10$ 인 원자들의 전자배치 표 1-13

전자층 원자	K	L	M
${}_3\text{Li}$	2	1	
${}_4\text{Be}$	2	2	
${}_5\text{B}$	2	3	
${}_6\text{C}$	2	4	
${}_7\text{N}$	2	5	
${}_8\text{O}$	2	6	
${}_9\text{F}$	2	7	
${}_{10}\text{Ne}$	2	8	

$Z=11\sim 18$ 인 원자들의 전자배치 표 1-14

전자층 원자	K	L	M
${}_{11}\text{Na}$	2	8	1
${}_{12}\text{Mg}$	2	8	2
${}_{13}\text{Al}$	2	8	3
${}_{14}\text{Si}$	2	8	4
${}_{15}\text{P}$	2	8	5
${}_{16}\text{S}$	2	8	6
${}_{17}\text{Cl}$	2	8	7
${}_{18}\text{Ar}$	2	8	8

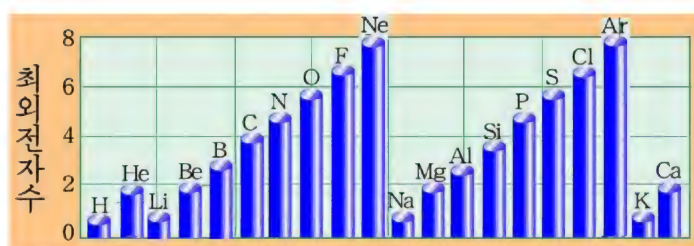
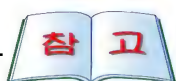


그림 1-31. 최외전자층전자수의 주기적인 변화

원자번호가 커감에 따라 화학원소의 성질은 규칙적으로, 주기적으로 변한다. 이것을 멘델레예브원소주기법칙이라고 부른다.



멘델레예브와 주기법칙

로씨야의 화학자인 데.이.멘델레예브(1834-1907)는 1869년에 그때까지 알려진 60여 개의 화학원소들을 원자량이 커지는 차례로 배열하였을 때 원소의 성질에서 주기적인 변화가 나타난다는것을 발견하고 주기법칙을 세상에 내놓았다. 그는 주기법칙에 기초하여 그때까지 알려지지 않은 원소들인 Sc, Ga, Ge의 자리를 비어놓고 그것들의 성질을 상세히 예언하였는데 그후에 그 원소들이 발견되었고 예언했던 성질들이 들어맞게 됨으로써 주기법칙이 옳다는것이 증명되었다. 그후 원자구조가 밝혀지면서 원소의 성질은 원자번호와 더 깊은 관계를 가진다는것이 확증되어 원자번호와의 관계속에서 주기법칙이 서술되게 되었다.

멘델레예브원소주기표

멘델레예브원소주기표는 원소주기법칙에 기초하여 성질이 비슷한 화학원소들을 아래 위에 놓이도록 원자번호차레로 배열하여놓은 표이다. (표 1-15)

멘델레예브원소주기표

표 1-15

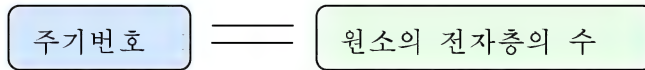
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg							
라란노이드			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
악티노이드			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

멘델레예브원소주기표는 7개의 주기와 18개의 족으로 구성되어있다.

주기. 주기표에서 가로줄을 **주기**라고 부른다.

주기는 화학원소들을 원자번호가 커지는 차례로 배열할 때 원자의 전자배치와 원소의 성질이 규칙적으로 변해가는 한돌기의 원소무리이다.

주기번호는 원소의 전자층의 수를 나타낸다.



주기에서 제1, 제2, 제3주기를 짧은주기, 제4, 제5, 제6, 제7주기를 긴주기라고 부른다. 제7주기는 미완성주기이다.

② 주기번호가 원소의 최외전자층을 나타낸다고도 말할수 있는가?

족. 주기표에서 세로줄을 **족**이라고 부른다.

족은 최외전자층의 전자수가 같고 원소의 성질이 비슷한 원소들의 무리이다.

주기표에는 18개의 족이 있다. 족은 족번호를 붙여서 나타낸다.

예: 1족원소, 2족원소, 17족원소

족이름에는 족원소들의 성질, 존재와 관련하여 붙여온 이름도 있다.

예: 1족원소—알칼리금속원소

17족원소—할로젠원소

18족원소—드문기체원소

또한 족의 첫 원소들의 이름을 따서 부르기도 한다.

예: 2족—베릴리움족원소

13족—붕소족원소

12족—아연족원소

주기표와 원자의 전자배치사이 관계

① 주기표에 표시된 원자번호(Z)는 원자안에 있는 전자들의 총수와 같다.

② 원자에서 전자층의 수는 주기번호와 같다.

예: ${}_{12}\text{Mg}: \underbrace{K-2, L-8, M-2}_{\text{전자층수 3개 : 3주기원소}}$

③ 최외전자층의 전자수가 3이상이면 《10》을 더해서 족번호를 나타낸다.

※ 최외전자층의 전자수가 8을 넘지 못하므로 족번호는 18을 넘지 못한다.

$$\text{예: } {}_5\text{B: } K-2, \quad \underline{L-3}$$

(최외전자층)

2주기

족번호: $3+10=13$

④ 최외전자층의 전자수가 1 또는 2인 경우 아나전자층의 전자수에 의하여 족번호를 나타낸다.

아나전자층의 전자수가 18이고 최외전자층의 전자수가 1이면 11족, 최외전자층의 전자수가 2이면 12족으로 나타낸다.

$$\text{예: } {}_{29}\text{Cu: } K-2, \quad L-8, \quad \underline{M-18}, \quad N-1$$

(아나전자층)

4주기

족번호-11

아나전자층의 전자수가 2 또는 8이고 최외전자층의 전자수가 1이면 1족으로, 최외전자층의 전자수가 2이면 2족으로 나타낸다.

$${}_3\text{Li: } \underline{K-2}, \quad L-1$$

(아나전자층)

2주기

족번호-1

$${}_{20}\text{Ca: } K-2, \quad L-8, \quad \underline{M-8}, \quad N-2$$

(아나전자층)

4주기

족번호-2

⑤ 주기표에서 3-10족 원소들은 최외전자층의 전자수가 2이며 나머지전자들은 아나전자층에 배치된다. 아나전자층의 전자수에서 8을 뺀 나머지와 최외전자층의 전자수의 합을 족번호로 나타낸다.

예: 4주기 8족원소

$$\begin{array}{cccc} K & L & M & N \\ \hline 2 & 8 & 8+6 & 2 \end{array}$$

아나전자층

아나전자층

최외전자층

족번호: $6+2=8$

원자번호(Z)= $2+8+14+2=26$ (${}_{26}\text{Fe}$)

원소주기표와 원소의 성질사이관계

원소주기표와 원소의 성질사이에는 밀접한 관계가 있다.

① 같은 주기안에서 원소의 전기적양성은 원자번호가 커감에 따라 점점 약해지고 반대로 전기적음성은 점점 세진다.

이것은 전자층은 같고 핵전하수가 커지는것과 관련된다.

② 같은 족안에서 원소의 전기적양성은 원자번호가 커감에 따라 점점 세지고 전기적음성은 점점 약해진다. 그것은 원자번호가 클수록 전자층이 많아지며 최외전자층의 전자에 대한 핵의 끌힘이 약해지기때문이다.

죽 기 1 2 3 4 5 6 7

1 음성이 세진다.

2 양성이 세진다.

3 음성이 세진다.

4 양성이 세진다.

5 음성이 세진다.

6 양성이 세진다.

7 음성이 세진다.

그림 1-32. 주기표에서 원소의 성질변화

- ⑦ 주기표에서 베릴리움과 류황원소의 성질을 말하여라.

- ⑨ 주기표에서 전기적양성이 제일 센 원소와 전기적음성이 제일 센 원소를 지적하여라.

주기표에서 금속과 비금속

단순물은 성질에 따라 금속과 비금속으로 나눈다.

매 주기에서 원자번호가 커짐에 따라 해당 원소의 단순물은 금속으로부터 비금속으로 바뀐다.

레: 3주기 원소들이 만드는 단순물

Na, Mg, Al,	Si, P, S, Cl ₂
금속	비 금속

금속

비금속

족에서는 원자번호가 커짐에 따라 단순물은 비금속으로부터 금속으로 변한다.

예: 탄소족원소들이 만드느 단순물

C, Si,	Ge, Sn, Pb
비금속	금속

비금속

금속

주기표에서 금속과 비금속의 자리

⚭ 1-16

주기 \ 족	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	●	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	◎	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

붕소와 아스타틴을 연결하는 대각선으로 자르면 금속과 비금속의 경계로 된다.

⑦ 활성이 가장 센 금속과 비금속은 어떤 물질들인가?

문 제

- $Z=19, 20, 31$ 인 원소의 전자배치를 나타내고 어느 원자에서 전자가 떨어지기 쉬운가를 설명하여라.
- 원자번호가 37, 56, 33, 50, 82인 원소들의 전자배치를 하고 몇주기 몇족인가를 지적하고 최대산화수에 해당하는 산화물의 화학식을 써보아라.
- 다음의 전자배치를 보고 몇주기 몇족인가를 밝히라. 그리고 양성원소와 음성원소를 갈라보아라.
 - $K-2, L-8, M-8, N-2$
 - $K-2, L-8, M-8+2, N-2$
 - $K-2, L-8, M-18, N-7,$
 - $K-2, L-8, M-18, N-8+5, O-2$
 - $K-2, L-8, M-18, N-32, O-18, P-5$
 - $K-2, L-8, M-5$
- X, Y 두 원소로 구성된 X_2Y_3 화합물에서 X, Y원소들의 최외전자층의 전자배치는 어떠한가?
 - X:3, Y:7 ㄴ) X:5, Y:6
 - X:3, Y:6 ㄷ) X:2, Y:5
- 아래의 표시된 원소묶음중에서 어떤 원소를 제외한 나머지원소들은 공통적인 성질을 가진다. 공통부류에 속하는 원소들과 속하지 않는 원소를 찾아내어라.

원소묶음	공통부류에 속하지 않는 원소	기타 원소의 공통적인 부류
① S, F, Al, Mg		
② C, Si, P, Sn		
③ N, O, Xe, Sb		

공통부류: ㄱ) 같은 주기원소 ㄴ) 같은 족원소 ㄷ) 금속원소 ㄹ) 비금속원소

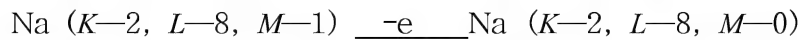
제7절. 이온결합

알려진 화학원소의 수는 110여가지밖에 안되지만 물질의 수는 헤아릴수 없이 많다. 그러면 이렇게 적은 가지수의 화학원소로부터 어떻게 많은 물질들이 만들어지겠는가?

원소의 원자들은 결합하여 분자를 이루기도 하고 결정을 이루기도 하면서 여러가지 물질을 만든다. 분자나 결정을 이루고있는 원자들사이의 호상작용을 화학결합이라고 부른다. 화학결합에는 이온결합, 공유결합, 금속결합 등이 있다.

이온결합의 형성

소금은 나트륨양이온과 염소음이온으로 이루어진 화합물이다. Na는 주기표에서 1족에 있고 Cl은 17족에 놓여있다. 이 원자들이 안정한 8전자배치를 가지려면 나트륨원자는 1개의 전자를 내고 염소원자는 1개의 전자를 받아들이면 된다.



이렇게 생긴 Na^+ 와 Cl^- 는 전기적으로 끌어당겨 서로 결합한다.

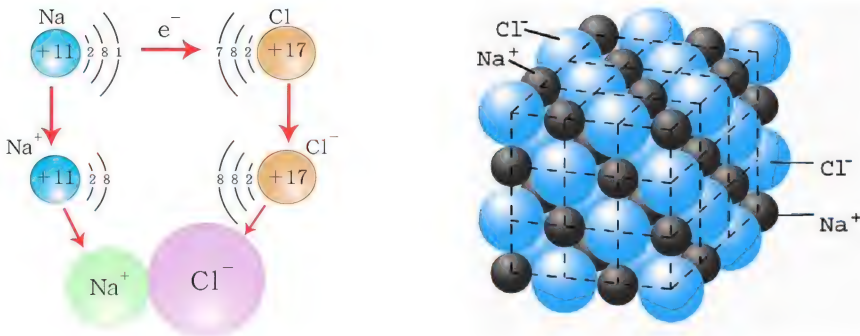
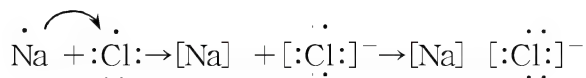


그림 1-33. 이온결합의 형성



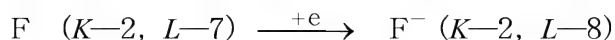
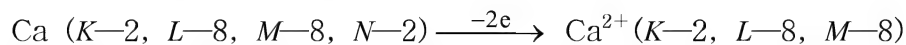
최외전자층의 전자만을 점으로 표시한 원소기호를 점전자기호라고 부른다.

양이온과 음이온사이의 정전기적끌힘으로 이루어지는 화학결합을 이온결합이라고 부른다.

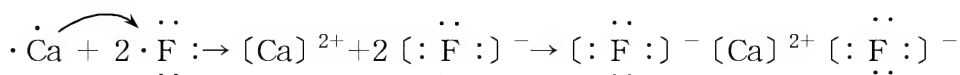
예: CaF_2 이 이루어지는 과정을 점전자식으로 나타내어라.

Ca: $Z=20$ (4주기 2족)

F: $Z=9$ (2주기 17족)



칼슘원자 1개가 2개의 전자를 내놓으므로 2개의 불소원자가 있어야 그 전자를 다 받을수 있다.



이온결합은 전기적양성이 센 양성원소의 원자와 전기적음성이 센 음성원소의 원자들사이에서 일어난다.



이온화에너지와 전자친화력

원자로부터 전자는 저절로 떨어지지 않는다.

원자(이온)로부터 전자 한개를 떼는데 드는 에너지를 이온화에너지라고 부른다.

이온화에너지는 원자(이온) 1mol에 해당되는 값으로서 kJ/mol로 나타낸다.

이온화에너지는 원자에서 전자층수가 많아질수록 작아지며 같은 전자층구조를 가질 때에는 최외전자층의 전자수(핵전하수)가 많을수록 커진다.

염소원자가 음이온으로 되는것처럼 원자가 전자를 한개 받아들일 때 내는 에너지를 전자친화력이라고 부른다. 원자반경이 작을수록, 최외전자층의 전자수가 많을수록 이 값은 크다. 이 값도 kJ/mol로 나타낸다.

이온결정

이온들사이의 전기적끌힘은 어느 한쪽으로만 미치지 않으며 모든 방향으로 다 미친다. 그리하여 소금에서는 Na^+ 둘레에 음이온인 Cl^- 가 둘러싸여있고 Cl^- 둘레에는 Na^+ 가 둘러싸여있다. (그림 1-34)

그리하여 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열된 결정이 이루어진다.

이온결합으로 이루어진 결정을 이온결정이라고 부른다.

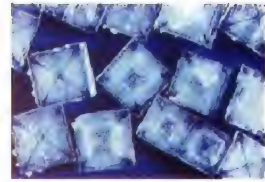
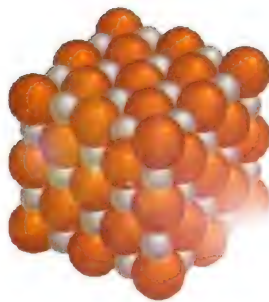
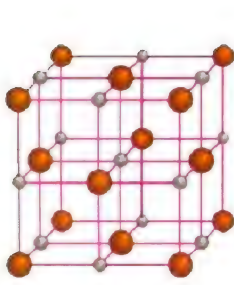


그림 1-34. 소금 결정

이온결합으로 이루어진 물질들은 어떤 성질을 가지
는가?

서로 반대부호의 이온들이 전기적끌힘으로 이루어
진 결정은 밖으로부터 힘을 주거나 열을 주어도 쉽게
흩어지지 않는다. 그러므로 이온결합으로 이루어진 물
질들은 녹음점이 비교적 높다. (그림 1-35)

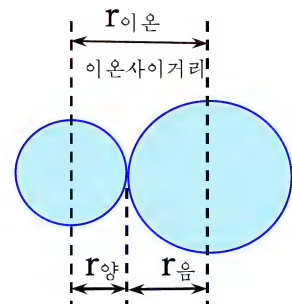


그림 1-35. 이온사이의 거리

이온결정에서 두 이온사이의 거리와 녹음점

표 1-17

결정	NaF	NaCl	NaBr	NaI	BeO	MgO	CaO	SrO	BaO
이온사이거리/pm	230	278	293	313	165	210	240	257	277
녹음점/°C	988	801	740	660	2 580	2 850	2 614	2 430	1 923

이온결정은 굳고 때리면 쉽게 부스러진다.

그것은 결정이 힘을 받아 움직일 때 같은 부호의 알갱이들이 서로 맞서는 것과 관
련된다.

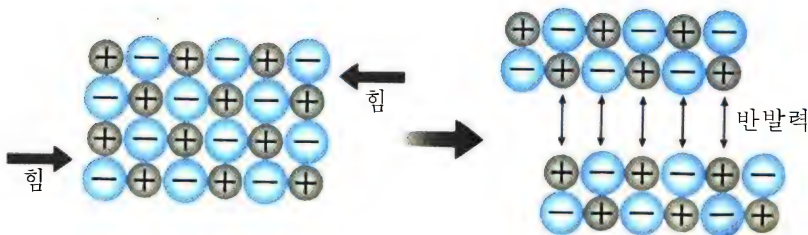


그림 1-36. 이온결정에서 부서고짐

이온결정은 고체상태에서는 전기를 흘려보내지 않지만 녹은 상태와 수용액에서는 전기를 흘려보낸다. 이것은 고체상태에서는 이온들이 자유롭게 움직일수 없는것과 관련된다. 이온결정들은 물에 잘 용해되며 유기용매에는 잘 용해되지 않는다.

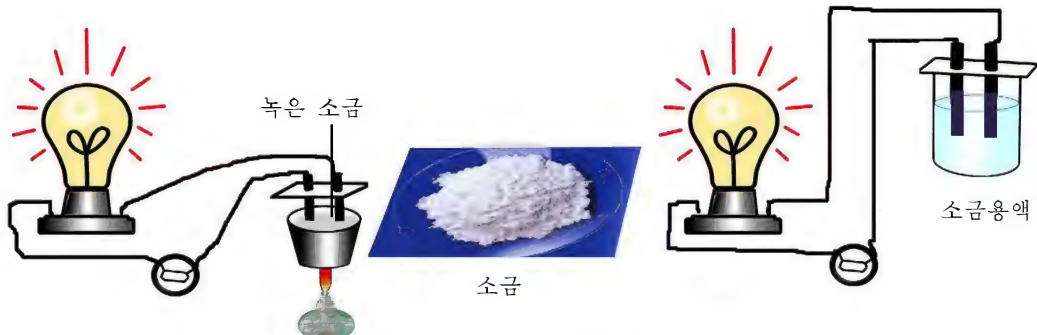


그림 1-37. 녹은 소금과 소금용액에서의 전류흐름

문 제

1. 아래의 물질의 형성과정을 전자배치에 의하여 설명하고 점전자식으로 나타내어라.
MgO, Na₂S, SrCl₂
2. CsCl과 NaCl중에서 어느 물질의 녹음점이 높은가?
3. 다음의 문장에서 □안에 알맞는 말을 써넣어라.
 - 1) 고체염화나트륨은 □이며 결정에서 매 나트륨이온둘레에는 □의 염소음이온이 있고 매 염소이온둘레에는 □의 나트륨양이온이 있다.
나트륨이온반경은 염소음이온반경보다 □.
 - 2) 염화물 MCl에서 M은 제4주기에 있고 나트륨과 같은 족에 속한다. 염화물결정에서 양이온둘레에는 8개의 음이온이 있고 음이온둘레에는 □의 양이온이 있다. MCl의 점전자식은 □이다.

제8절. 공유결합

수소분자(H₂), 염소분자(Cl₂), 산소분자(O₂)들은 한가지 원소로 이루어진 물질들이다. 이 분자들에서는 소금에서와 같이 이온결합이 이루어질수 없다.

그러면 이런 분자들에서 원자들은 어떻게 결합을 이루겠는가?

공유결합의 형성

전자가 1개인 수소원자 H는 다완전자층구조를 가진 He보다 전자 1개가 부족하다.

두 수소원자가 서로 다가들면 한개씩 가지고있는 전자로 전자쌍을 이루고 이 전자쌍을 두 수소원자핵이 공동으로 가지게 된다. 이렇게 되면 두 원자는 He과 같은 다전자층을 이룬다. 그리하여 2개의 수소원자는 H_2 을 이룬다.

두 원자가 전자쌍을 함께 가지면서 이루어지는 결합을 공유결합이라고 부른다.

이때 함께 가지는 전자쌍을 공유전자쌍이라고 부른다.

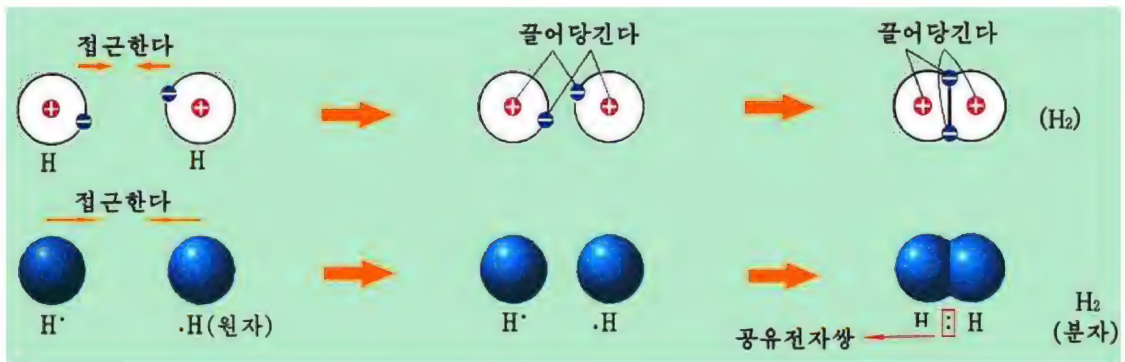


그림 1-38. 수소분자에서의 공유결합

공유전자쌍의 수는 하나만이 아니라 두개, 세개일수도 있다. (그림 1-39)

	물 H_2O	이산화탄소 CO_2	산소 O_2	질소 N_2
점전자식				
구조식	$H-O-H$ $\uparrow \uparrow$ 〈단결합〉	$O=C=O$ $\uparrow \uparrow$ 〈2중결합〉	$O=O$ \uparrow 〈2중결합〉	$N \equiv N$ \uparrow 〈3중결합〉

그림 1-39. 공유전자쌍의 수

공유전자쌍을 이루는데 참가하는 매 원자의 전자수를 그 원소의 원자가(공유원자가)라고 부른다.

매 원소의 원자들은 전자배치로부터 다른 원소의 원자 몇개와 결합할수 있는가 하는 원자가가 정해져있다. (표 1-18)

② 질소, 산소의 원자가는 얼마인가?

몇가지 원소의 원자가					표 1-18
족	1	14	15	16	17
점전자식	H ·	· $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}$ · · $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{Si}}}$ ·	· $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}}$ · · $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{P}}}$ ·	· $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{O}}}$ · · $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{S}}}$ ·	· $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{F}}}$ · · $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{Cl}}}$ ·
원자가	1	4	3	2	1

공유결합으로 이루어진 물질의 구조에서 공유전자쌍 1개를 《—》로 나타낸다.

예: $\text{H}:\text{H} \rightarrow \text{H} - \text{H}$ (단결합)

$\text{O}::\text{O} \rightarrow \text{O} = \text{O}$ (이중결합)

$\text{N}:::\text{N} \rightarrow \text{N} \equiv \text{N}$ (삼중결합)

선분 《—》으로 원자사이결합을 나타낸 화학식을 **구조식**이라고 부른다.

예: 물의 구조식



이산화탄소 구조식 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 이중결합 2개

구조식에서 선분의 수는 그 원소의 원자가와 같다.

예: CO_2 에서 C의 원자가 4, O의 원자가 2,

H_2O 에서 O의 원자가 2, H의 원자가 1

공유결합은 주로 음성원소의 원자들사이에서 이루어진다.

공유결합을 이룬 두 원자사이의 거리(핵과 핵사이거리)를 **결합길이**라고 부른다.

예: $\text{H}-\text{H}$ 결합길이 74pm

$\text{C}-\text{C}$ 결합길이 154pm

$\text{Cl}-\text{Cl}$ 결합길이 198pm

③ H_2O_2 에서 H와 O의 원자는 H_2O 에서와 같다. 구조식을 써보아라.

④ NH_3 분자의 구조식을 써보아라.

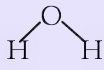
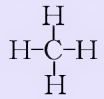



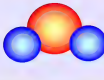


물질이름	수소	산소	질소	물	메탄	이산화탄소
분자식	H ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	CH ₄	CO ₂
구조식	H—H	O=O	N≡N			O=C=O
결합	단결합	2중결합	3중결합	단결합	단결합	2중결합
분자의 구조모형						

그림 1-40. 공유결합으로 이루어진 물질들

원자결정

원자들이 공유결합에 의하여 규칙적으로 배열된 결정을 **원자결정**이라고 부른다.

금강석은 대표적인 원자결정이다.

금강석에서 매 탄소원자들은 4개의 이웃탄소원자들과 공유결합을 이루고있다.

금강석은 자연계의 물질들가운데서 제일 굳으며(모오스경도 10) 녹음점은 3 550℃이다.

금강석

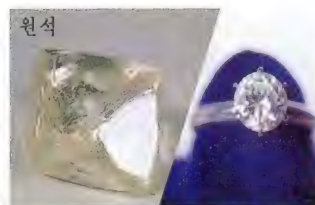
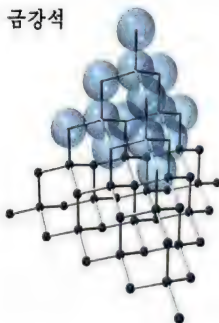


그림 1-41. 금강석결정

공유결합은 매우 견고하기때문에 원자결정으로 된 물질은 매우 굳고 녹음점이 높은것이 특징이다.

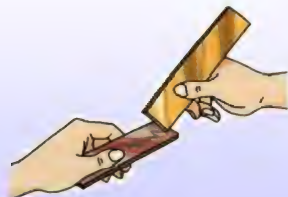


모오스경도

모오스경도는 굳기를 서로 비교하기 위하여 10가지 광물을 기준으로 정한 굳기의 크기이다.

활석—1, 석고—2, 방해석—3, 형석—4, 린회석—5, 장석—6, 석영—7, 황옥—8, 강옥—9, 금강석—10

비교하려는 물질을 이 광물로 그었을 때 긁히우는가를 보고 그 값사이를 나타낸다.



카보린덤(SiC), 규소(Si), 석영(SiO₂)도 금강석과 같은 구조의 원자결정을 이룬다.

원자결정의 성질

표 1-19

물질	금강석 (C)	카보린덤 (SiC)	규소 (Si)	게르마늄 (Ge)
모오스경도	10	9.5	7.0	6.0
녹음점/°C	3 550	2 700	1 410	958
결합길이/pm	154	180	235	243

② 원자결정의 성질은 결합길이 길수록 어떻게 변하는가?

원자결정은 굳기는 하지만 금속처럼 질기지 못하고 때리면 부서진다. 그것은 공유결합이 한번 끊어지면 그 자리에 다시 이어질수 없기때문이다.

원자결정은 공유원자가가 큰 음성원소들로 이루어진 결정들에서 찾아볼수 있다.

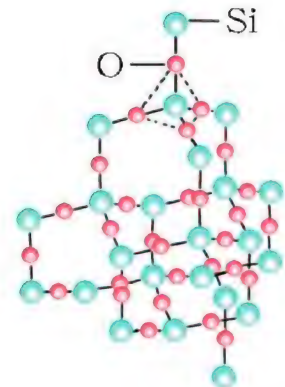


그림 1-42. 이산화규소의 구조

② 이산화규소원자결정의 구조를 설명하여라.

문 제

1. 아래의 물질들가운데서 공유결합으로 이루어진 물질을 갈라보아라.

ㄱ) NaOH ㄴ) NaCl ㄷ) HCl ㄹ) H₂S

2. X원자의 양성자수는 Y원자의 양성자수에 비하여 5개 더 많고 최외전자층의 전자수는 Y원자보다 3개 적다. X와 Y원자로 형성되는 물질의 화학식은 어떠하겠는가?

ㄱ) X₄Y ㄴ) X₂Y₂ ㄷ) X₂Y₃ ㄹ) XY₄

3. 아래의 물질들가운데서 원자결정을 갈라보아라.

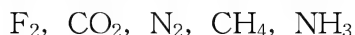
ㄱ) 염화암모니움 ㄴ) 산화마그네시움
ㄷ) 마그네시움 ㄹ) 이산화규소

4. 다음 내용에서 옳은것과 틀린것을 갈라내어라.

ㄱ) 얼음을 가열하여 수증기로 만들 때 물분자의 O—H결합이 파괴된다.
ㄴ) CCl₄에서 염소원자와 탄소원자는 서로 공유결합으로 결합되어있다.
따라서 CCl₄은 원자결정이다.

- ㄷ) SiO_2 은 비금속산화물이다. 따라서 분자를 단위로 이루어진 분자결정이다.
 ㄹ) 금강석과 규소결정은 구조가 비슷하다. 그것은 원자구조가 비슷한데 있다.

5. 아래의 물질들의 형성과정을 점전자식으로 나타내고 원자가를 지적하여라.



6. S 와 H원소들사이에서 이루어지는 분자의 분자식과 구조식을 쓰라.

제9절. 분자의 극성

물분자(H_2O)나 탄산가스(CO_2)분자들은 서로 다른 원자들로 공유결합을 이루고있다. 이 분자들은 같은 원자로 구성된 H_2 , O_2 과 다른 특성을 가진다.

전기음성도와 결합의 극성

전자쌍을 함께 가진다는것은 두 원자핵들이 공유전자쌍을 동시에 자기쪽으로 끌어당기고있다는것이다. 전자쌍을 끌어당기는 힘의 크기는 원자마다 다르다.

원자가 전자를 끌어당기는 힘이 큰가 작은가를 나타내는 수값을 원소의 전기음성도라고 부른다. 전기음성도는 리튬원자가 전자를 끌어당기는 힘을 기준으로 하고 그것과 비교하여 나타낸다. (표 1-20)

몇가지 원소의 전기음성도 표 1-20

H 2.1						
Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0					Br 2.8
Cs 0.7	Ba 0.9					I 2.5

⑦ 전기음성도는 전자배치에 따라 어떻게 변화되는가?

원소의 전기음성도값은 4(F)로부터 0.7(Cs)사이에 있다.

전기음성도가 1.8보다 작은 원소들을 양성원소, 2.1보다 큰 원소들을 음성원소로 본다.

그리고 1.8 - 2.1사이에 있는 원소들은 양성원소라고 부른다.

공유결합을 이루는 두 원소의 전기음성도차에 의하여 공유전자쌍은 한쪽으로 쏠리게 되며 결합은 극성을 띠게 된다.

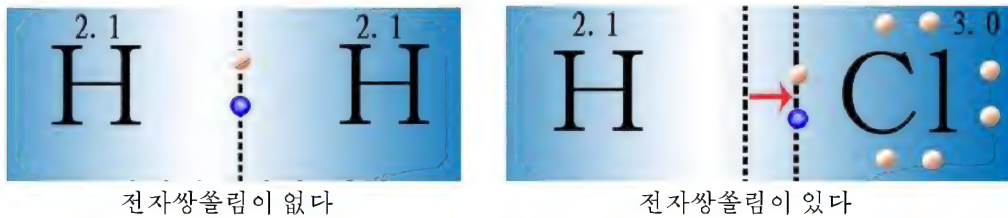


그림 1-43. 전자쌍줄림

공유전자쌍이 어느 한 원자쪽으로 쏠린 공유결합을 극성공유결합이라고 부른다.
공유전자쌍이 어느쪽으로도 쏠리지 않은 결합을 무극성공유결합이라고 부른다.
같은 원자로 이루어진 공유결합 → 무극성 공유결합

예: H_2 , O_2 , N_2

서로 다른 원자로 이루어진 공유결합 → 극성공유결합

예: HCl , HBr

결합을 이루고있는 두 원소의 전기음성도차가 1.7보다 크면 그 결합은 이온결합이며 그보다 작으면 극성공유결합이다. (표 1-21)

전기음성도차와 화학결합

표 1-21

물질	화학식	전기음성도차	화학결합
산소	O_2	0	무극성 공유결합
염소	Cl_2	0	
염화수소	HCl	0.9	극성 공유결합
물	H_2O	1.4	
암모니아	NH_3	0.9	
염화나트륨	$NaCl$	2.1	이온결합
산화칼슘	CaO	2.5	

⑦ 물질의 화학식을 보고 물질이 분자로 되어있는가 이온결정으로 되어있는가를 가려볼수 있는가?

분자의 극성

HCl 이나 HBr 과 같은 2원자분자에서는 화학결합의 극성이 곧 분자의 극성으로 된다.
분자안에 +극과 -극을 가진 분자를 극성분자라고 부른다.

H_2O 와 같이 분자안에 여러개의 결합이 있는 경우 분자의 극성은 분자구조에 따라 달라진다.

물분자에서 두개의 결합은 전기음성도차로 하여 극성공유결합으로 된다. 이 두 결합이 이루는 각은 $104^\circ 5'$ 으로써 분자전체로 볼 때 +극과 -극이 있게 된다.

이산화탄소 CO₂에서는 극성공유결합이 한 직선위에 대칭적으로 놓여있어 두 극의 중심이 한점에서 일치되어 무극성분자로 된다.

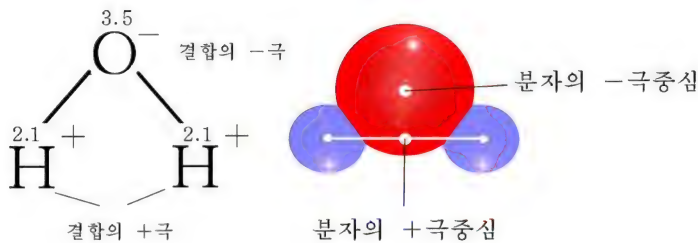


그림 1-44. 물분자의 극성

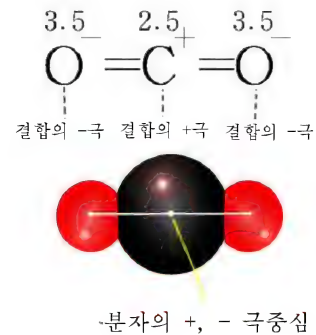


그림 1-45. 탄산가스분자의 무극성

극성분자들은 서로 모여 붙을수 있다. (그림 1-46)

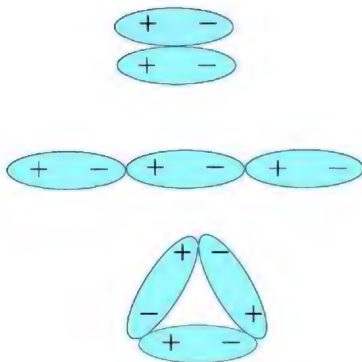


그림 1-46. 물분자들이 모여붙기

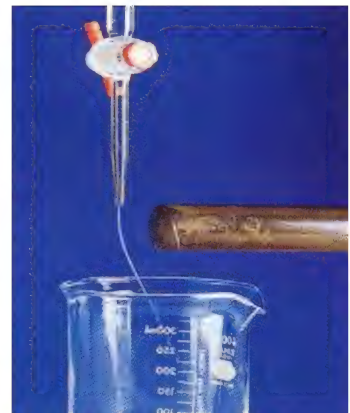


그림 1-47. 끌림받은 수지막대기 쪽으로 물줄기의 끌림

② 짙은 염산병마개를 열 때 흰 안개가 피어난다. 무엇이 생기는가? 이 현상을 분자의 극성으로 설명할수 있는가?

극성분자들은 온도를 낮추면 쉽게 모여붙어 액체로 된다.

물분자가 극성을 띠고있는것은 어떻게 알아볼수 있는가?

흘러내리는 가는 물줄기옆에 끌림받은 수지막대기(또는 유리막대기)를 가까이 가져간다. (그림 1-47)

② 물줄기가 수지막대기쪽으로 쏠리는것은 무엇때문인가?

② 메탄(CH_4)분자는 바른4면체구조를 가진다. 이 분자의 극성을 결정하여라.

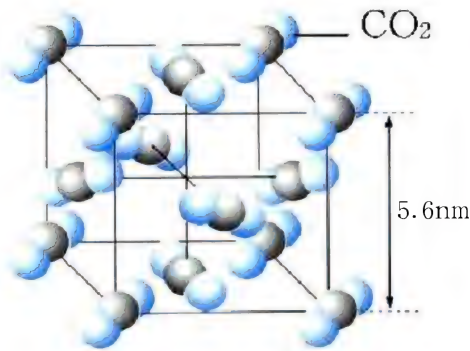
분자결정

수소, 질소, 이산화탄소와 같은 물질들은 보통조건에서 기체이다. 온도를 낮추어 가면 이 물질들도 물처럼 액체, 고체로 넘어간다. 이것은 분자사이의 호상작용결과이다. 분자사이의 호상작용힘을 반데르왈스힘이라고 부른다.

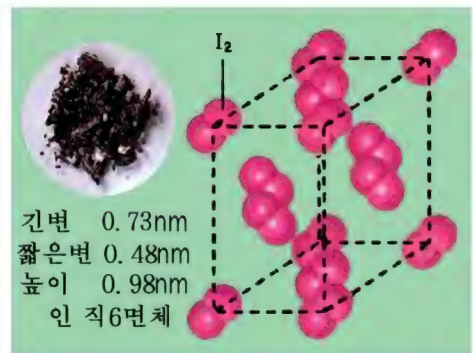
② 모든 물질들이 액체, 고체로 존재할수 있는것은 반데르왈스힘이 있기때문이라고 말할수 있는가?

반데르왈스힘은 이온결합이나 공유결합에 비하여 매우 약하다. 반데르왈스힘으로 분자들이 규칙적으로 배열된 결정을 **분자결정**이라고 부른다.

NH_3 , H_2O , HCl , I_2 , S_8 (류황), P_4 (흰린), CO_2 , CH_3COOH (초산), C_{10}H_8 (나프탈린) 등은 고체상태에서 모두 분자결정을 이룬다.



ㄱ) 이산화탄소



ㄴ) 요드결정

그림 1-48. 분자결정

분자결정은 쉽게 부스러지며 낮은 온도에서도 승화되는 성질이 있고 녹음점이 낮다. 분자성 물질들은 분자량이 클수록 보통조건에서 고체로 존재한다.

② 분자량이 클수록 녹음점과 끓음점이 높다. 이것을 반데르왈스힘이 크기때문이라고 볼수 있는가?



분자의 극성과 쌍극자모멘트

분자안에 $+$ 극과 $-$ 극이 있는 분자를 **쌍극자**라고 부른다.

쌍극자는 크기가 같고 부호가 반대인 두 전기량이 서로 일정한 거리 (l)에 놓여 있는 분자를 말한다.

화학결합의 극성과 분자의 극성정도를 평가하기 위하여 쌍극자모멘트(μ)라는량을 쓴다.

크기가 $q \cdot l$ 이고 방향이 $-$ 쪽에서 $+$ 쪽으로 향하는 벡터 $\mu = q \cdot l$ 를 쌍극자모멘트라고 한다.

q 는 $+$ 또는 $-$ 전기량의 크기이며 l 는 $+$, $-$ 전기중심사이의 거리이다.

μ 의 단위는 D(데바이)를 쓴다.

$$1D = 3.3 \cdot 10^{-30} C \cdot m$$

극성분자의 쌍극자모멘트는 $0 \sim 4D$ 이며 이온결합의 쌍극자모멘트는 $4 \sim 11D$ 이다.

분자의 쌍극자모멘트는 분자안의 모든 화학결합의 쌍극자모멘트와 비공유전자쌍(공유결합에 참가하지 않은 최외전자층의 전자)의 모멘트합성에 의하여 결정된다.



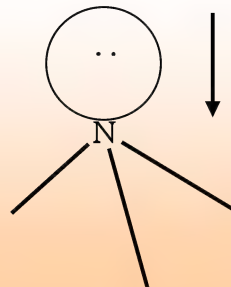
분자의 구조와 쌍극자모멘트

NH_3 분자와 NF_3 분자는 다같이 3각추모양의 구조를 가지며 N-H, N-F결합의 극성도 비슷하다.

질소원자에는 결합에 참가하지 않은 전자쌍이 한 개 있다. 이때 비공유전자쌍의 쌍극자모멘트는 질소원자의 중심으로 향한다.

이 두 분자의 쌍극자모멘트는 크게 차이난다.

그 원인을 밝혀보아라.



문 제

1. 소금은 냄새가 없지만 나프탈린($C_{10}H_8$)은 냄새가 난다. 그 까닭은 무엇인가?
2. 할로젠단순물의 녹음점과 끓음점은 원자번호차레로 점점 커진다. 그 까닭을 설명하여라.

3. 보통조건에서 CO_2 은 기체이고 SiO_2 은 고체이다. SiO_2 의 녹음점은 $1\,700^\circ\text{C}$, 끓음점은 $2\,000^\circ\text{C}$ 이지만 CO_2 은 낮은 온도, 높은 압력하에서만 고체로 될수 있다. 두 화합물의 성질에서 차이나는 원인을 설명하여라.
4. BCl_3 분자는 바른3각형구조를 가진다. 결합의 극성과 분자의 극성을 결정하여라.
5. 브롬수나 요드수에서 브롬과 요드를 벤зол을 써서 추출해낸다. 그것은 어떤 성질에 기초한것인가?
6. 아래의 물질들가운데서 분자결정에 속하는 화합물은 ()이다.
 ㄱ) 석영 ㄴ) 아르곤 ㄷ) 마른 얼음 ㄹ) 소금

제10절. 금속결합

금속은 보통조건에서 수은을 제외하고는 모두 고체이다.

금속의 특징은 열과 전기를 잘 전달하는것이며 줄로도 뽑을수 있고 판으로도 펴낼수 있으며 변형을 주면 본래모양으로 되돌아가려는 텃성을 가지는것이다.

그러면 금속은 어떤 결합으로 이루어졌는가?

고체소금에서 전류가 흐르지 않는것은 전기를 띤 이온들이 움직일수 없기때문이다.

금속에서 금속원자들은 몇개 안되는 최외전자를 가지고있으며 따라서 전자를 내놓으려는 성질이 있다. 움직일수 있는것은 원자로부터 떨어져나온 자유전자뿐이다.

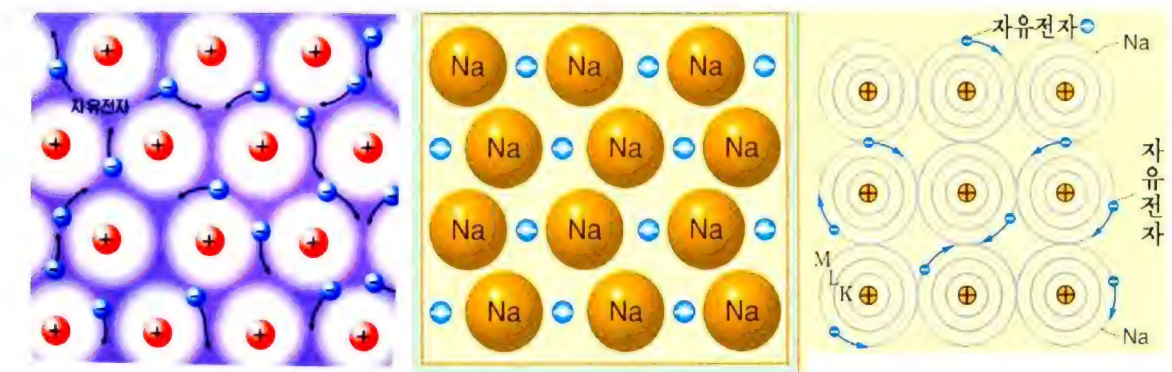


그림 1-49. 금속결합의 형성

자유전자가 떨어져나오면 원자는 양이온으로 되며 자유전자는 양이온사이를 자유롭게 움직이면서 전기적끌힘으로 양이온들이 흩어지지 못하게 한다.

자유전자에 의한 금속양이온들사이의 화학결합을 금속결합이라고 부른다.

금속결합은 양성원소들이 만드는 단순물들에서 이루어진다.

결정형금속은 금속결합에 의하여 금속원자들이 규칙적으로 배열된 결정이다.

금속원자들이 규칙적으로 배열되지 않은 금속은 무정형금속이다. (그림 1-50)

금속의 물리성질은 금속결합과 관련되어있다.

금속이 광택을 가지며 열과 전기를 잘 전달하는것은 자유전자들이 있기때문이다. (그림 1-51) 자유전자들은 빛을 대부분 반사한다. 금속에서 자유전자들의 운동은 방향성이 없다. 자유전자들은 전기마당을 걸어주면 한쪽방향으로 이동한다. 이것이 전류이다. (그림 1-52)



그림 1-50. 금속결정

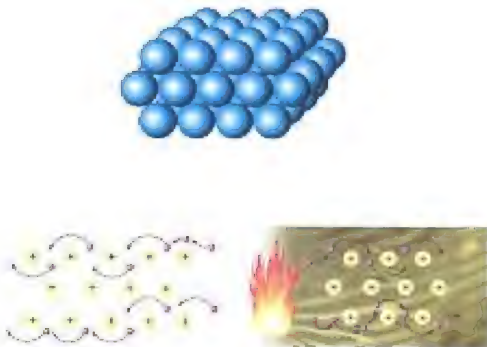


그림 1-51. 금속의 열전도

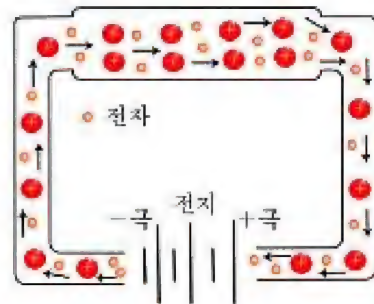


그림 1-52. 금속에서의 전류

금속의 기계적성질은 금속결합의 특성과 관련된다. 금속결정에 변형을 주어도 자유전자에 의한 금속결합은 여전히 유지된다. (그림 1-53)

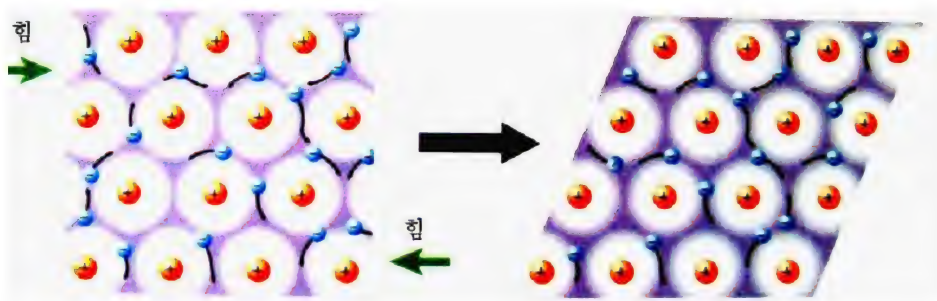


그림 1-53. 금속의 기계적변형

금속결정과 다른 결정들의 성질을 비교해보면 다음과 같다. (표 1-22)

4가지 결정류형의 성질비교

표 1-22

류형	결합 알갱이	결합형	실례	경도	녹음점, 끓음점	전도성	기계적 성질
이온 결정	양이온, 음이온	이온 결합	NaCl, KNO ₃ , CaSO ₄ , KOH, CaF ₂ , MgO	굳고 부서 지기 쉽다	비교적 높다	나쁘다. 용융, 수용액에서 전도성을 가진다	나쁘다
원자 결정	원자	공유 결합	금강석, 규소, SiC, SiO ₂	매우 굳다	높다	없다	나쁘다
분자 결정	분자	반데르 발스 힘	I ₂ , P ₄ , S ₈ , H ₂ O, NH ₃ , CO ₂	낮다	낮다	없다	나쁘다
금속 결정	금속, 양이온, 자유전자	금속 결합	각종 금속 및 합금	비교적 굳다	일부 금속들은 높고 일부 금속들은 낮다	좋다	좋다



해보기

철이나 동에서 원자들사이거리 결정

모든 금속단순물들은 그것의 밀도만 알면 금속원자들사이의 거리를 결정할수 있다.
준비품: 모양이 여러가지인 철이나 동조각(메스실린더에 들어갈수 있는것이어야 하며 지

내 작지 말아야 한다.), 메스실린더, 천평

방 법: ① 메스실린더에 금속조각을 넣을 때 마지막눈금을 초과하지 않을 정도의 물을
넣고 정확히 기록한다.

② 금속조각을 넣은 후 체적을 측정한다.

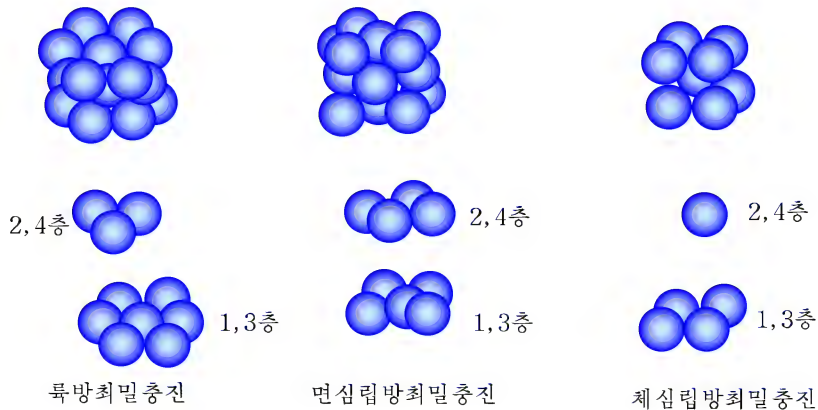
③ 금속을 꺼내어 말리운 다음 천평에서 그 질량을 측정한다.

측정값으로부터 밀도를 계산하며 물질량과 그에 해당하는 체적을 리용하여 원자 한
개가 차지하는 체적을 결정한다. 그것으로부터 한 변의 길이를 구하면 곧 원자사이의 거
리로 된다. 이 거리의 절반은 금속원자반경으로 된다.

결정한 값을 상수값과 대비해보아라.



금속결정은 이온결정이나 원자결정과 달리 최밀충진구조를 가진다. 그러므로 금속은 일반적으로 밀도가 크다. 최밀충진구조란 원자들사이의 공간을 최대한로 줄이도록 배열하는 방식을 말한다. 최밀충진방식에는 세가지 유형이 있다.



육방최밀충진과 면심립방최밀충진에서는 공간의 74%를 원자들이 채우며 체심립방최밀충진에서는 공간의 68%를 채운다. 그러므로 체심립방최밀충진은 다른 두 충진의 경우보다 밀도가 상대적으로 작다. 알카리금속들은 모두 체심립방충진구조의 결정으로서 다른 금속들에 비하여 밀도가 작다.

면심립방최밀충진구조의 대표적금속들; Al, Pb, Cu, Ag, Au,...

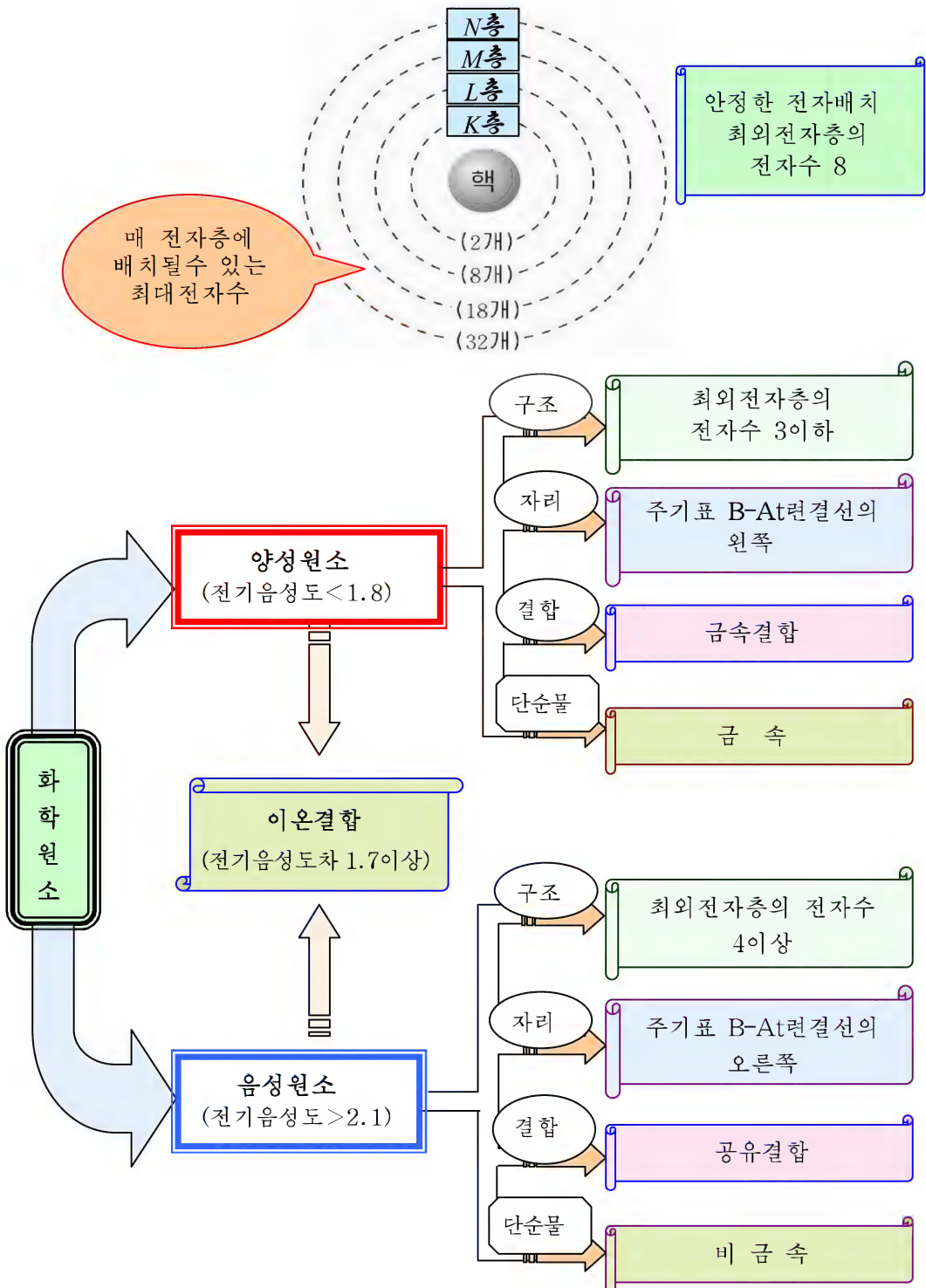
육방최밀충진구조의 대표적금속들; Be, Mg, Zn, Ca,...

문 제

1. 금속의 성질에서 금속결정과 관계되지 않는것은 ()이다.
 ㄱ) 전기전도성이 좋다. ㄴ) 반응에서 전자를 쉽게 내준다.
 ㄷ) 전성, 연성이 좋다. ㄹ) 열전도성은 나쁘다.
2. 금속결합, 이온결합, 공유결합은 본질에 있어서 전기적끌힘이다. 이것을 설명하여라.
3. 이온결정, 원자결정, 분자결정, 금속결정의 구조와 성질에서 차이점을 말하여라.
4. 아래의 결정성물질들에서 녹음점이 높고 낮은 정도를 판단하여라.

NaCl, Si, NH₃, K

장 종 합



복습문제

1. $^{16}_8\text{O}$ 에서 16은 ()이다. 다음의 표현들에서 알맞는것을 골라 써넣어라.
 - ㄱ) 산소원소의 상대원자질량은 근사적으로 16이다.
 - ㄴ) 산소의 어느 한 동위원소의 근사적인 원자량은 16이다.
 - ㄷ) 산소원소의 질량수가 16이다.
 - ㄹ) 산소의 어느 한 동위원소의 질량수가 16이다.
2. 어떤 원자의 최외전자층의 전자배치는 2이다. 아래의 물음에서 어느 원소인가를 밝혀라.
 - ㄱ) 2족원소 ㄴ) 금속원소
 - ㄷ) 비금속원소 ㄹ) 어느 류형인지 확정할수 없다.
3. 다음 표현에서 옳고 그른것을 찾고 틀린데 대하여서는 그 이유를 밝혀라.
 - ㄱ) 주기표에서 주기번호는 그 주기에 놓인 원소의 최외전자층을 나타낸다.
 - ㄴ) 원소의 주기표에서 매개의 족은 하나의 세로줄을 차지한다.
 - ㄷ) 17족원소의 원자들에서 최대로 내놓을수 있는 전자수는 7이므로 최고산화수는 +7이다.
 - ㄹ) 어떤 원소가 화합물에서 $n+$ 전하를 띠고있다면 그 원소는 반드시 $(8-n)-$ 의 전하를 띌수 있다.
4. 다음의 원소들의 주기와 족을 알고 전자배치를 하여라.
4주기 5족, 4주기 7족, 5주기 10족, 5주기 14족, 6주기 1족, 6주기 17족
5. A, B, C는 주기표에서 짧은 주기의 원소들이다. A원소는 같은 주기의 원소들가운데서 반경이 제일 크며 화합물 AB에서 양이온과 음이온의 전자배치는 같다. C원소의 원자는 B원소의 원자에 비하여 2개의 전자가 적다.
 - ㄱ) A, B, C원소의 기호를 써라.
 - ㄴ) 이 원소들이 만드는 최고산화수에 해당되는 산화물의 식을 써라.
6. V, W, X, Y, Z원소들에서 원자번호는 차례로 커지며 20을 넘지 않는다. 그중 X와 Z원소는 금속원소이다. V와 Z는 같은 족에 속하며 최외전자층에 1개의 전자가 있다. W와 Y도 같은 족에 속하며 최외전자층의 전자수는 K층의 3배이다. X원자의 최외전자층의 전자수는 Y원자의 최외전자수의 절반과 같다.
 - ① 이 원소들의 화학식을 써라.
 - ② 이 원소들로부터 만들어질수 있는 화합물의 식을 써라.
7. 어떤 원소의 단순물 2.8g을 산소기체와충분히 작용시켜 6g의 XO_2 을 얻었다. X원소는 어떤 원소이며 주기표에서 자리를 결정하여라.

8. 다음의 물질들가운데서 극성 공유결합을 가진 물질과 무극성 공유결합을 가진 물질을 갈라내어라.
질소, 불화마그네시움, 이산화탄소, 동, 물, 일산화탄소, 류화수소, 산화나트륨, 삼산화류황, 메탄
9. 이온결정이 다른 결정과 본질적으로 구별되는것은 무엇인가?
ㄱ) 녹음점 ㄴ) 굳기
ㄷ) 안정성 ㄹ) 알갱이들사이의 호상작용
10. 아래의 물질들가운데서 녹음점과 끓음점이 가장 높은 물질을 갈라내어라.
KF, CO₂, H₂O, SiO₂
11. 다음의 표현에서 빈자리에 알맞는 말을 써넣어라.
ㄱ) 류황은 담황색의 결정이며 녹음점은 112.8°C, 끓음점은 444.6°C이다. 이류화탄소에 쉽게 용해된다. 이것은 □결정이다.
ㄴ) 브롬화수소에서 두 원자사이의 결합은 □이며 □분자이다.
ㄷ) 암모니아가 쉽게 액화되는것은 □이기때문이다. 물이 보통상태에서 □인것은 암모니아분자들의 □보다 크다는것을 말해준다.
12. 서로 다른 주기의 A, B, C원소가 있다. B원소의 원자는 L층에 4개의 전자가 있고 A원소의 2가양이온은 아르곤원자와 같은 전자구조를 가진다. C원소의 원자는 A원자보다 전자수가 3개 적다.
ㄱ) 원소기호를 나타내어라.
ㄴ) 이 원소들의 단순물이 형성하는 결정형태를 지적하여라.
ㄷ) B와 C원소가 만드는 화합물의 화학식과 결합의 극성, 분자의 극성을 지적하여라.
ㄹ) 점전자식으로 A와 C원소사이에서 이루어지는 화합물의 형성과정을 나타내어라.
13. 암모니아, 염화수소는 20°C, 0.1MPa에서 물 1L에 제가끔 702L, 450L 용해된다.
ㄱ) 두 기체가 물에 잘 용해되는 까닭은 무엇인가?
ㄴ) 이 조건에서 암모니아포화용액과 염화수소포화용액은 제가끔 몇%용액인가?
(답. 33.17%, 40.59%)
14. 원소주기표에서 3주기 16족원소인 류황에 대하여 다음 물음에 대답하여라.
ㄱ) 전자배치는 어떠한가?
ㄴ) 양성원소인가 음성원소인가?
ㄷ) 단순물이 금속인가 비금속인가?

산 과 염 기

전해질과 비전해질

초산과 염산

산

류산과 질산

물농도

수산화나트륨과 수산화칼슘

염기

양성수산화물

원소주기표에서 수산화물의 성질변화



제2장. 산과 염기

우리가 입고 먹고 쓰고 사는 문제를 해결하는데서 염산이나 류산과 같은 산, 가성소다와 같은 알카리는 매우 중요한 물질들이다. 이 물질들에 의하여 천을 만드는 화학섬유가 나오고 화학비료와 농약 그리고 합성수지가 만들어지며 동, 아연을 비롯한 여러가지 금속들이 생산된다.

이 장에서는 화학공업에서 중요한 자리를 차지하고있는 산, 염기의 대표적인 물질들과 그 성질에 대하여 학습하게 된다.

제1절. 전해질과 비전해질

전해질과 비전해질

동선, 알루미늄선을 비롯한 금속은 전기를 잘 흘려보낸다.

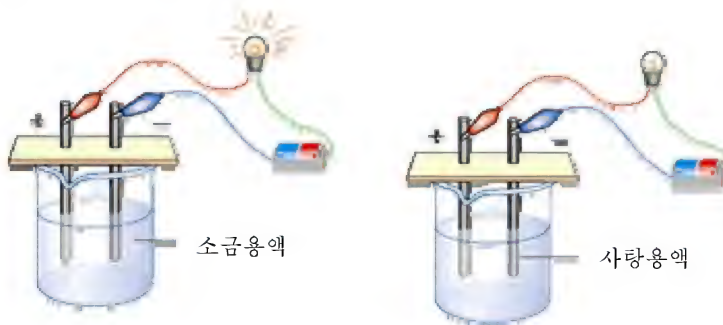
② 금속들이 전기를 흘려보내는것은 무엇때문인가?

그러면 금속뿐아니라 소금용액과 사탕용액도 전기를 흘려보내겠는가?



소금용액, 사탕용액은 전기를 흘려보내는가?

- ① 그림과 같은 실험장치를 꾸민다.
- ② 종이우에 놓여있는 소금과 사탕에 전극을 대고 전등에 불이 켜지는가를 본다.
- ③ 깨끗이 씻은 전극을 물(증류수)에 잠그고 전등에 불이 켜지는가를 본다.
- ④ 전극을 깨끗이 씻은 다음 사탕용액과 소금용액에 각각 잠그어 전등에 불이 켜지는가를 본다. 무슨 물질이 들어있는 용액에서 불이 켜지는가?



물(증류수), 사탕결정, 사탕용액은 전기를 흘려보내지 않는다. 그것은 이속에 전

기를 나눌수 있는 알갱이가 없기때문이다.

소금결정은 전기를 흘려보내지 못한다. 그러나 소금용액은 전기를 흘려보낸다.(그림 2-1) 이것은 소금을 물에 용해시켰을 때 그속에 금속에서처럼 전기를 나르는 알갱이가 생긴다는것을 보여준다.

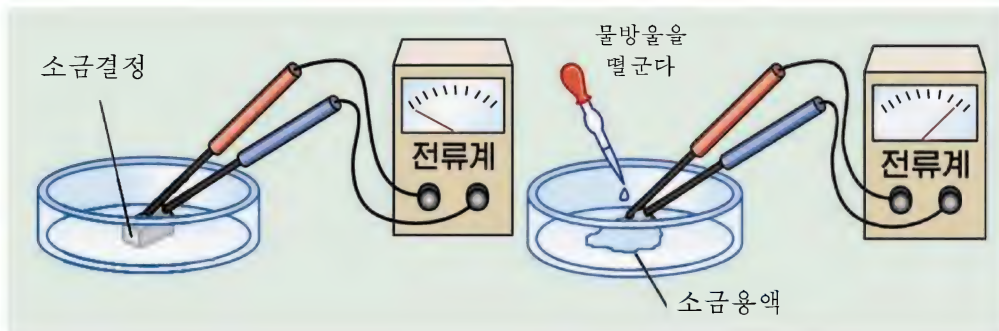


그림 2-1. 소금결정과 소금용액의 전류실험

소금을 물에 용해시킬 때 전기를 나르는 알갱이가 어떻게 생기겠는가?

이온결정인 NaCl을 물에 넣으면 결정의 겉면에 있는 Na^+ 쪽으로는 극성분자인 물 분자의 음극이 향하고 Cl^- 쪽으로는 물분자의 양극이 향한다.

그리하여 결정속의 이온들과 물분자들사이에는 정전기적끌힘이 작용한다.

이 정전기적끌힘에 의하여 이온결합이 끊어져 Na^+ 와 Cl^- 가 물속으로 떨어져나온다. 떨어져나온 Na^+ 와 Cl^- 이온들이 전기를 나른다.(그림 2-2)

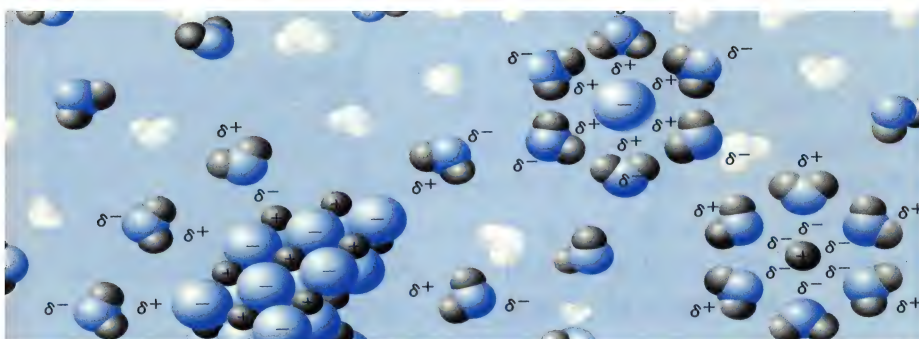


그림 2-2. 소금의 용해와 해리

소금과 같이 물에 용해될 때 이온으로 갈라지는 물질을 전해질이라고 부르며 전해질이 이온으로 갈라지는 현상을 전해질해리라고 부른다.

그리고 사탕과 같이 수용액속에서 이온으로 해리되지 않는 물질을 비전해질이라고 부

른다. 전해질이 물에 용해된 수용액을 전해질용액이라고 부른다. 전해질용액에서 전해질은 이온으로 해리된다.

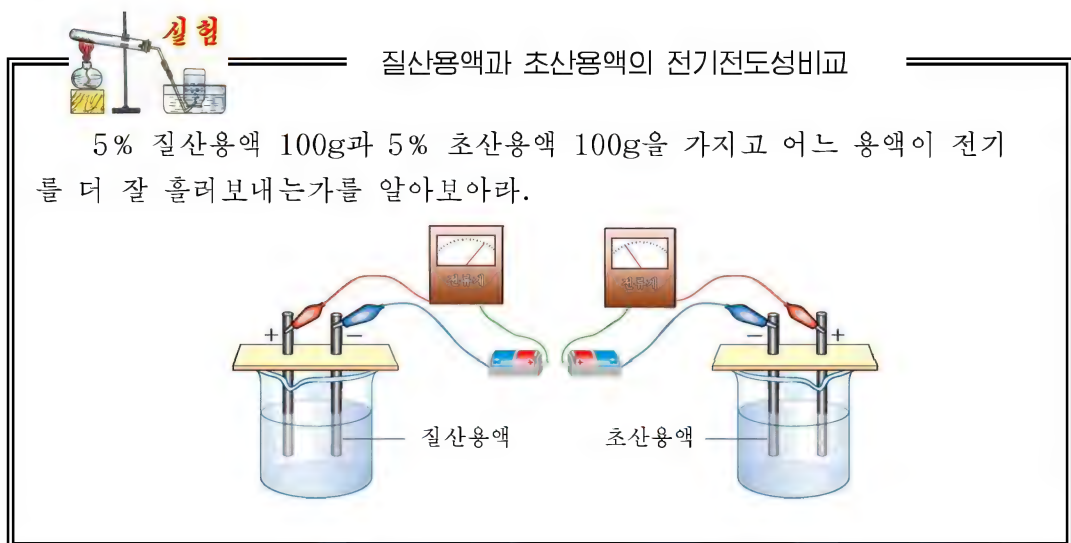
소금용액에서 소금의 해리는 다음과 같이 나타낸다.



② 녹은 소금은 전기를 흘려보낸다. 왜 그런가?

센전해질과 약전해질

전해질들이 전기를 흘려보내는 정도가 다 같겠는가?



질산용액에서는 초산용액에서보다 전기가 더 잘 흐른다. 왜 그렇겠는가?

③ 5% 질산용액 100g과 5% 초산용액 100g에 용해되어있는 질산과 초산의 알갱이수를 계산하고 대비해보아라.

5% 질산용액 100g과 5% 초산용액 100g에 용해되어있는 질산과 초산의 분자수는 거의 같다. 그러나 질산용액이 전기를 더 잘 흘려보낸다는것은 그속에 전기를 나르는 이온의 수가 초산용액에서보다 더 많다는것을 말해준다. 그것은 질산은 수용액에서 모두 이온으로 해리되지만 초산은 일부만이 해리되기때문이다.

수용액에서 모두 해리되는 전해질을 센전해질이라고 부르며 일부만이 해리되는 전해질을 약전해질이라고 부른다.



약전해질은 수용액에서 일부만이 해리되므로 《 \rightleftharpoons 》로 그 해리를 나타낸다.



물질의 용해성

일반적으로 요드(I_2)와 같이 무극성분자로 이루어진 물질은 물에 잘 용해되지 않는다. 그것은 무극성분자인 I_2 과 물분자와의 작용보다 물분자호상간에 작용하는 힘이 더 세기 때문이다. I_2 는 물에는 용해되지 않지만 벤졸, 헥산과 같은 무극성용매에는 용해된다.

염화나트륨과 같은 이온결정이나 염화수소와 같이 극성공유결합으로 이루어진 물질은 물과 같은 극성용매에는 용해되지만 벤졸이나 헥산 등의 무극성용매에는 용해되지 않는다.

문 제

1. 아래의 물질들에서 전기를 통과시키는것은 ()이다. 왜 그런가?

ㄱ) 녹인 소금 ㄴ) 금속나트륨 ㄷ) 염소수 ㄹ) 액체염소

2. 다음 전해질들의 해리를 해리방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 염화칼슘(CaCl_2) ㄴ) 염화바륨(BaCl_2)

만일 이 두 용액속에 들어있는 양이온과 음이온의 수가 각각 같다면 전기가 흐르는 정도가 같겠는가?

3. 일반적으로 어떤 결합으로 이루어진 물질들이 전해질에 속하는가? 그 이유는 무엇인가?

제2절. 초산과 염산

초산(CH_3COOH)

국수를 먹거나 물고기회, 남새생채를 만들어 먹을 때 식초를 많이 리용한다.

식초는 초산의 5~10% 수용액이다. 신맛은 식초속에 들어있는 초산이 낸다.

⑦ 식초에서 용질은 무엇인가?

식초뿐만 아니라 우리가 일상생활에서 만나게 되는 사과나 포도, 김치 등도 신맛을 낸다. 이것은 여기에 신맛을 주는 산이 들어있기 때문이다.



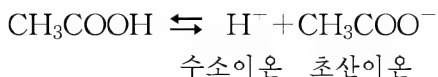
그림 2-3. 신맛을 가지는
음식물과 사과, 포도

사과에는 사과산, 포도에는 포도주산, 싱아에는 싱아산, 김치에는 젖산이 들어있다. 산이라는 이름도 시다는 그 맛으로부터 나왔다.

초산은 신맛과 함께 또 어떤 성질을 가지고있는가?

초산은 센 자극성냄새를 내는 색없는 액체이다. 순수한 초산은 온도가 16.6°C 아래로 내려가면 얼음모양의 결정으로 된다. 빙초산(얼음초산)이라는 말은 이때의 상태를 두고 말한다.

초산은 약전해질이다. 그러므로 수용액에서 다음과 같이 해리된다.




주의

얼음초산은 피부를 심히 데게 하므로 손으로 함부로 만지지 말아야 한다.

얼음초산을 식용으로 쓸 때에는 물에 묽게 타서 써야 한다. 그렇지 않으면 입안과 식도를 델수 있다.

초산은 어떤 화학성질을 가지고있는가?

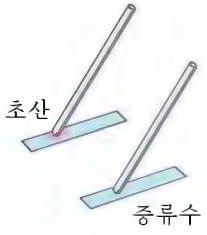


실험

초산의 화학성질

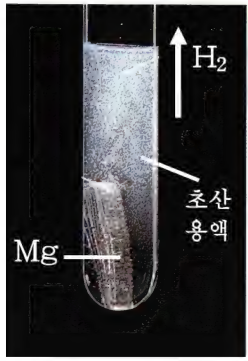
① 증류수와 묽은 초산을 각각 유리막대기에 찍어 푸른 리트머스지에 묻혀본다. 리트머스지의 색변화를 관찰한다.

② 시험관에 묽은 초산용액을 조금 부어넣고 금속마그네시움조각을 넣는다. 어떤 현상이 나타나는가?



초산

증류수



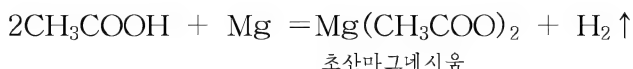
H₂

초산용액

Mg

증류수는 리트머스지의 색을 변화시키지 못한다. 그러나 초산은 푸른 리트머스지의 색을 붉은색으로 변화시킨다.

초산은 금속인 마그네시움과 반응하여 수소기체를 낸다. 이때 초산마그네시움이 생긴다.



초산은 식료부문에서는 절임하거나 조미료로 쓰이며 공업에서는 비날론, 필름, 신나와 같은 화학물질들을 만드는 원료로 쓰인다.

염산(HCl)

우리 위속에는 위액의 0.5%만큼 위산(염산)이 들어있다. 이 염산이 음식물을 소화시키는데 도움을 주며 균을 죽인다.

납땜할 때 녹을 없애는데 쓰는 《청강수》는 염산에 아연을 넣어 만든것이다.

⑦ 염화수소 HCl은 극성분자인가 무극성분자인가?

염산은 염화수소 HCl기체가 물에 용해된 수용액이다. (그림 2-4)(염화수소기체는 방온도에서 물 1L에 450L정도 용해된다.)

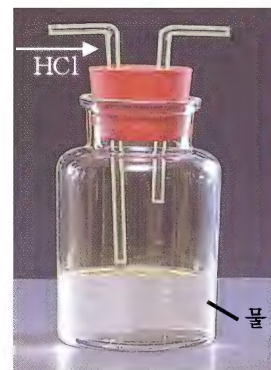


그림 2-4. 염화수소 기체의 용해

※ 염화수소는 자극성냄새가 나는 색이 없는 기체이며 공기보다 무겁다. 염화수소는 물에 잘 용해된다.

순수한 염산은 자극성냄새가 나는 무색의 액체이다. 보통 짙은 염산에는 철분과 같은 혼입물이 들어있으므로 누런색을 띤다. 짙은 염산은 염화수소가 37% 정도 들어있는 수용액이며 그 밀도는 1.19g/cm^3 이다. 보통 쓰는 짙은 염산은 농도가 30% 정도이다.

짙은 염산병의 마개를 열면 흰 안개가 생긴다.

그것은 짙은 염산속에 용해되어있던 염화수소분자들이 날아나와 공기속의 습기를 만나 염산의 작은 방울들을 많이 만들기때문이다. (그림 2-5)

염산도 초산처럼 신맛을 낸다.

염산은 센 전해질이며 수용액속에서 이온으로 해리된다.



염산은 어떤 화학성질을 가지고있는가?



그림 2-5. 공기속에서 짙은 염산의 안개



염산의 화학성질

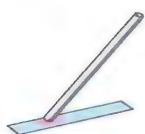
① 묽은 염산을 유리막대기로 찍어 푸른 리트머스지에 묻혀본다.

리트머스지가 어떤 색으로 변하는가?

② 두 시험관에 묽은 염산을 조금씩 부어넣고 한 시험관에는 아연조각을, 다른 시험관에는 동조각을 넣는다. 어느 시험관에서 기체가 나오는가?

기체가 나오는 시험관아구리에 성냥불을 가져다 대어본다. 어떤 현상이 나타나는가?

③ 시험관에 묽은 염산을 조금 부어넣고 금속산화물인 산화철(녹슨 쇠못)을 넣는다. 쇠못의 겉면이 어떻게 되는가?



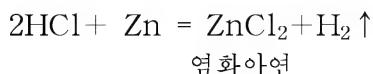
아연

동

녹슨 쇠못

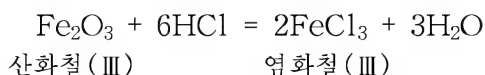
동을 넣은 시험관에서 기체가 나오지 않았다는것은 동이 염산과 반응하지 않는다는것을 보여준다.

그러나 아연을 넣은 시험관에서 기체가 나왔다는것은 아연이 염산과 반응했다는것을 보여준다. 그 생성물인 기체가 수소기체라는것은 우리가 이미 배운 수소의 연소실험에 의해 확인하였다.



이 반응은 실험실에서 수소기체를 얻는데 이용된다.

녹슨 쇠못의 겉면이 깨끗해졌다는것은 염산이 철의 녹인 Fe_2O_3 과 반응했다는것을 보여준다.



이 반응은 도금하거나 용접할 때 금속제품에 생긴 녹을 없애는데 이용된다.

② 염산의 화학성질을 몇 가지로 말할수 있는가?

염산은 간장, 된장, 물엿과 포도당을 만드는데 쓰인다.



리트머스

리트머스는 지중해연안에 살고있는 지의류(이끼)를 암모니아와 탄산칼리움으로 처리하고 발효시켜 만든 것인데 여러가지 색소의 혼합물이다. 산성에서 붉은색, 알칼리성에서 푸른색을 나타낸다.



리트머스이끼

화학방정식에 의한 계산

1) 어느 한 반응물의 량이 주어지면 생성물의 량을 계산할수 있다. 생성물이 기체 물질일 때는 기체의 질량과 함께 체적도 계산할수 있다.

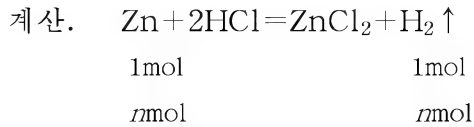
예: 아연 6.5g에 염산을 충분히 작용시켰을 때 수소가 몇g 얻어지며 그것의 체적은 표준조건에서 몇L인가?

풀이: 조건. $m = 6.5\text{g}$

$$M_{\text{Zn}} = 65\text{g/mol}$$

$$M_{\text{H}_2} = 2\text{g/mol}$$

물음. $m_{H_2} = ?$, $V_{H_2} = ?$



① 아연 6.5g은 몇mol인가?

아연 1mol의 질량은 65g이므로
65g : 1mol

$$6.5g : x \quad x = \frac{6.5g}{65g} \times 1mol = 0.1mol$$

② 수소가 몇mol 얻어지는가?

방정식에서 Zn 1mol로부터 H_2 1mol이 생기고 Zn n mol로부터는 H_2 n mol이 생기므로 Zn 0.1mol로부터는 H_2 0.1mol이 생긴다.

③ 수소 0.1mol의 질량은 얼마인가?

수소 1mol의 질량은 2g이므로
1mol : 2g

$$0.1mol : y \quad y = \frac{0.1mol}{1mol} \times 2g = 0.2g$$

④ 수소 0.1mol의 체적은 표준조건에서 몇L인가?

모든 기체 1mol의 체적은 표준조건에서 22.4L이므로
1mol : 22.4L

$$0.1mol : Z \quad Z = \frac{0.1mol}{1mol} \times 22.4L = 2.24L$$

답. 0.2g, 2.24L

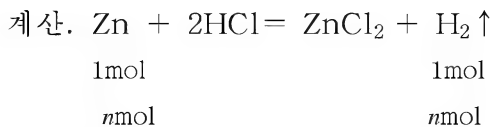
2) 일정한 량의 생성물을 만드는데 필요한 반응물의 량을 계산할수 있다.

예: 염산에 아연을 작용시켜 수소 44.8L를 얻었다. (표준조건에서) 아연 몇g이 반응에 참가하였는가?

풀이: 조건. $V_{H_2} = 44.8L$

$$M_{Zn} = 65g/mol$$

물음. $m_{Zn} = ?$



① 수소 44.8L는 몇mol인가?

기체 1mol : 22.4L

$$x : 44.8L \quad x = \frac{44.8L}{22.4L} \times 1\text{mol} = 2\text{mol}$$

② 아연 몇mol이 반응에 참가하였는가?

방정식으로부터 수소 $n\text{mol}$ 은 아연 $n\text{mol}$ 로부터 얻어지므로 수소 2mol은 아연 2mol로부터 생긴것이다.

③ 아연 2mol은 몇g인가?

아연 1mol : 65g

$$2\text{mol} : y \quad y = \frac{2\text{mol}}{1\text{mol}} \times 65\text{g} = 130\text{g}$$

답. 130g

3) 두 반응물가운데서 반응물의 량이 주어지면 그와 남김없이 반응할 다른 반응물의 량을 계산할수 있다.

예: 아연 6.5g을 완전히 반응시키려면 10% 염산을 몇g 작용시켜야 하겠는가?

풀이: 조건. $m_{\text{Zn}} = 6.5\text{g}$

$$M_{\text{Zn}} = 65\text{g/mol}$$

$$\omega = 0.10(10\%)$$

$$M_{\text{HCl}} = 36.5\text{g/mol}$$

물음. $m_{\text{HCl}} = ?$

계산. $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

1mol 2mol

$n\text{mol}$ $2n\text{mol}$

① 아연 6.5g은 몇mol인가?

$$\text{Zn} \rightarrow 1\text{mol} : 65\text{g} \quad x = \frac{6.5\text{g}}{65\text{g}} \times 1\text{mol} = 0.1\text{mol}$$

$$x : 6.5\text{g}$$

물질량 식으로부터 계산하면

$$n_{\text{Zn}} = \frac{m_{\text{Zn}}}{M_{\text{Zn}}} = \frac{6.5\text{g}}{65\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$$

② 아연 0.1mol과 반응하는 염산은 몇mol인가?

방정식으로부터 Zn : HCl

1mol : 2mol

0.1mol : 0.2mol

③ 염산 0.2mol은 몇g인가?

HCl → 1mol : 36.5g

$$0.2\text{mol} : y \quad y = \frac{0.2\text{mol}}{1\text{mol}} \times 36.5\text{g} = 7.30\text{g}$$

물질량식으로부터 계산하면

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} \rightarrow m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \times M_{\text{HCl}} = 0.2\text{mol} \times 36.5\text{g/mol} = 7.30\text{g}$$

④ 염화수소 7.30g에 맞먹는 10% 염산의 질량은 얼마인가?

7.30g은 염화수소의 질량이므로 10% 염산일 때의 질량은?

10% 염산이라는것은 염산 100g : 염화수소 10g

$$Z : 7.30\text{g}$$

$$Z = 7.30\text{g} \times \frac{100\text{g}}{10\text{g}} = 73.0\text{g}$$

이것을 %농도식으로부터 계산하면

$$\omega = \frac{m_{\text{염화수소}}}{m_{\text{염산}}} \rightarrow m_{\text{염산}} = \frac{m_{\text{염화수소}}}{\omega} = \frac{7.30\text{g}}{0.10} = 73.0\text{g}$$

답. 73.0g

문 제

1. 밑줄친 부분에 알맞는것을 써넣어라.

초산은 을 가지고있으며 센 자극성냄새를 낸다. 은 16.6°C아래에서 결정화되는데 이것을 이라고도 부른다. 초산의 해리방정식에서 H^+ 을 내놓은 이온을 이라고 부른다. 초산은 과 반응하여 를 내보내며 를 색으로 변화시킨다.

2. 염산이 전기를 흘려보내는것은 가 물에 용해되어 의 작용에 의하여 를 하기때문이다. 그때의 방정식은 이며 염산은 처럼 맛을 가지며 를 으로 변화시킨다.

3. 짙은 염산이 공기속에서 흰 안개를 내는 리유가 정확한것은 ()이다.

아래의 ㄱ)~ㄴ)에서 정확한 답을 골라 ()에 써넣어라.

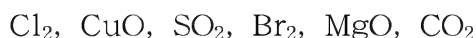
ㄱ) 공기속에서 습기를 만나 붙어지기때문이다.

ㄴ) 공기속의 습기에 용해되어 염산의 잔 방울들을 만들기때문이다.

ㄷ) 짙은 염산용액이 증발되어 기체로 되기때문이다.

ㄹ) 짙은 염산속에 용해되어있던 염화수소가 공기속의 습기를 만나 안개모양의 작은 염산방울들을 만들기때문이다.

4. 아래의 물질들가운데서 염산과 반응할수 있는것은 ()이다.



5. 10% 염산과 아연이 반응할 때 생기는 기체가 22.4L인것은 ()이다.

ㄱ) 6.54g의 아연을 염산 36.5g과 반응시켰다.

ㄴ) 65.4g의 아연을 염산 730g과 반응시켰다.

ㄷ) 13.08g의 아연에 염산 73g을 반응시켰다.

ㄹ) 6.54g의 아연에 염산 73g을 반응시켰다.

6. 표준조건에서 수소기체 5.6L를 만들려면 아연에 20% 염산을 몇g 작용시켜야 하는가? (답. 91.25g)

7. 75% 초산용액 2kg이면 5% 식초를 ___병 만들수 있다. (식초 1병에는 500g의 용액이 들어있다.)

ㄱ) 30 ㄴ) 60 ㄷ) 130 ㄹ) 6

제3절. 산

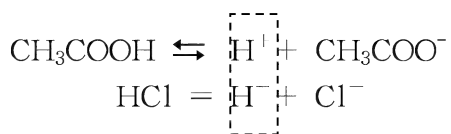
초산과 염산이 나타내는 다같은 성질은 무엇인가?

초산과 염산은 다같이 신맛을 내며 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시킨다. 또한 마그네슘, 아연과 같은 금속과 반응하여 수소기체를 내며 금속산화물과 반응한다.

이러한 성질을 포함하여 산이 나타내는 일반성질을 **산성**이라고 부른다.

초산과 염산이 다같은 성질을 가지는것은 무엇때문인가?

초산과 염산은 다 전해질이다. 그러므로 수용액속에서 다음과 같이 해리된다.



이처럼 CH_3COOH 이나 HCl 은 수용액속에서 해리될 때 모두 양이온으로서 수소이온 H^+ 만을 내놓는다. 이 수소이온 H^+ 가 산성을 나타내게 한다.

산이란 수용액에서 해리되어 양이온으로서 수소이온 H^+ 만을 내놓는 화합물을 말한다.

산은 수소와 산기로 이루어져있다. 산기는 수용액에서 산이온으로 해리된다.

초산기와 같이 여러가지 원자들로 든든히 결합된 원자들의 묶음을 **원자단**이라고 부른다.

산은 어떻게 나누는가

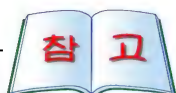
산의 분류

표 2-1

분류기준	분 류	례	근 거
산이온의 이온가에 따라 (해리될 때 내놓는 H^+ 의 개수에 따라)	1가산	HCl, HNO_3	$HNO_3 = H^+ + NO_3^-$
	2가산	H_2SO_4, H_2S	$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$
	3가산 ...	H_3PO_4	$H_3PO_4 \rightleftharpoons 3H^+ + PO_4^{3-}$
산분자안에 산소원소가 있는가, 없는가에 따라	옥소산	H_2SO_4, HNO_3	산소원소가 있다
	수소산	HCl, H_2S	산소원소가 없다

※ 산이온의 이온가는 산이온이 띠고있는 전하수와 같다.

② 브롬화수소산 HBr 는 몇가산이며 옥소산인가, 수소산인가?



이온가와 산화수의 다른 점

산화수는 원소의 성질이고 이온가는 이온의 성질이다.

① 산화수와 이온가를 표시하는 방법이 다르다.

례: 수소원소의 산화수 +1(산화수는 부호를 앞에 쓴다.)

수소이온의 이온가 1+(이온가는 부호를 뒤에 쓴다.)

② 원자단이온에는 산화수를 쓸수 없다.

산의 화학식을 어떻게 세우는가

수소양이온을 언제나 음이온앞에 써야 한다.

산에서 양이온과 음이온의 이온가의 합이 0이 되게 수소원자와 산기의 밀수를 구한다.

례: 류산의 화학식세우기

수소이온의 이온가 1+

류산이온의 이온가 2-

$$1 \times \boxed{} + (2-) \times \boxed{} = 0$$

$$1 \times \boxed{2} + (-2) \times \boxed{1} = 0$$

따라서 류산의 화학식은 H_2SO_4 이다.

산의 이름을 어떻게 부르는가

옥소산의 이름은 산을 이루는 중심원소(수소와 산소를 제외한 원소)의 이름뒤에 《산》을 붙여 부른다.

예: H_2SO_4 류(황)+《산》→류산

HNO_3 질(소)+《산》→질산

수소산의 이름은 산을 이루는 원소(수소를 제외한 원소)의 이름뒤에 《화수소산》을 붙여 부른다.

예: HCl 염(소)+《화수소산》→염화수소산(염산)

H_2S 류(황)+《화수소산》→류화수소산

⑦ 17족원소들의 나머지 수소산들의 화학식을 쓰고 이름을 불러보아라.

문 제

- 산에 대한 아래의 설명에서 옳은것은 ()이다.
ㄱ) 산은 수용액에서 해리될 때 양이온으로서 H^+ 만을 낸다.
ㄴ) 산은 붉은 리트머스지를 푸른색으로 변화시킨다.
- 아래의것들가운데서 분류, 화학식, 이름 세가지가 모두 정확한것은 ()이다.
ㄱ) 2가 옥소산 H_2SO_4 류산
ㄴ) 1가 수소산 H_2S 류화수소산
ㄷ) 2가 수소산 H_2CO_3 탄산
- 공업적으로 염화수소는 염소와 수소를 반응시켜 만든다. 표준조건에서 염소 기체 2m^3 와 수소기체 1.5m^3 를 섞어서 완전히 반응시켰다면 염화수소기체가 몇 m^3 생기겠는가? 반응하지 않고 남은 기체는 무엇이며 얼마나 남았겠는가?
(답. 3m^3 , Cl_2 0.5m^3)
- 실험실에서 25% 염산으로 15% 염산을 만들려고 한다. 25%의 염산과 물을 어떤 질량비로 섞어야 하는가? (답. 질량비 3:2)

제4절. 류산과 질산

자동차에서 쓰는 축전지속에는 류산용액이 들어 있다. 산성비에는 적은 량의 류산과 질산이 포함되어 있다.

류산(H_2SO_4)

류산은 수소와 류산기로 이루어진 화합물이다.

순수한 류산은 색이 없고 기름처럼 끈기가 있는 액체이다. $10.4^{\circ}C$ 에서 얼음모양의 결정으로 된다. 질은 류산은 농도가 98%이며 밀도는 $1.84g/cm^3$ 이다. 질은 류산은 물기를 흡수하는 성질이 세다. 이 성질을 리용하여 실험실에서 물질을 건조시키는데 쓴다. (그림 2-7)

류산은 물에 용해될 때 많은 열을 낸다. (1mol의 H_2SO_4 에 대하여 84kJ)

※ 질은 류산을 물에 용해시킬 때에는 물에 류산을 조금씩 넣으면서 저어주어야 한다. 그렇게 하지 않고 반대로 질은 류산에 물을 쏟아넣으면 많은 열이 발생하면서 폭발이 일어날수 있다. (그림 2-8)



그림 2-6. 축전지



질은 류산

그림 2-7. 질은 류산은 건조제로 쓰인다.

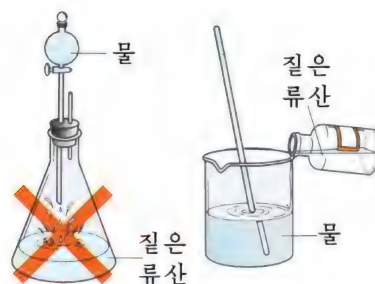


그림 2-8. 질은 류산을 물에 용해시키는 방법



질은 류산의 물을 떼내는 성질

- ① 질은 류산을 묻힌 유리막대기로 종이우에 글을 쓴다.
- ② 나무막대기에 질은 류산을 묻힌다.
- ③ 천조박우에 류산을 몇방울 떨어뜨린다.

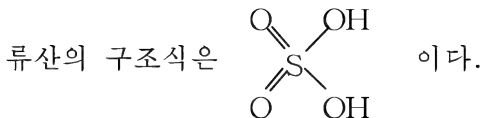
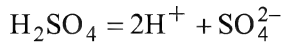
놓아두었다가 조금후에 나타나는 현상을 관찰한다.



질은 류산은 나무재료, 섬유재료, 피부로부터 물을 떼내어 검은 탄소물질만 남게 한다. (끓은 류산을 쓴 경우에는 점차 수분이 날아나면서 시간이 지남에 따라 거매진다.) 그러므로 류산을 다룰 때에는 피부나 옷에 묻지 않도록 주의해야 한다.

※ 류산이 피부나 옷에 묻으면 곧 물로 씻고 수소탄산나트륨용액으로 씻어낸 다음 다시 물로 씻어야 한다.

류산은 센 전해질이다. 류산은 수용액에서 다음과 같이 해리된다.



S-O결합의 극성과 O-H결합의 극성을 비교하고 류산이 왜 산성을 나타내는가를 밝혀라.

끓은 류산은 산의 일반성질을 가진다.

② 끓은 류산의 성질을 말하고 끓은 류산과 아연, 산화철(Ⅲ)과의 반응을 화학방정식으로 나타내어라.

질은 류산과 금속과의 반응은 끓은 류산과 같지 않다.

질은 류산은 마그네슘이나 아연과는 물론 동과도 반응한다. 동과 반응하면 수소기체가 아니라 이산화류황기체가 생긴다.



질은 류산과 동과의 반응은 실험실에서 이산화류황을 만드는데 쓰인다.

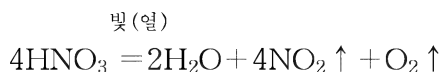
류산은 류안, 파린산석회(파석)와 같은 화학비료를 만드는데 많이 쓰이며 화학섬유를 만드는데 그리고 동, 아연제련에도 쓰인다. 또한 류산은 농약, 화약, 물감을 만드는데 쓰이며 석유정제에도 널리 쓰인다. 연축전지에서는 전해액으로 쓰인다.

질산(HNO₃)

질산은 수소와 질산기로 이루어진 화합물이다.

질산은 자극성냄새를 내는 색없는 액체이다. 질은 질산의 농도는 65%이며 그 밀도는 1.4g/cm³이다.

질산은 빛이나 열을 받으면 쉽게 분해된다.

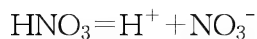


그러므로 질산은 밤색유리병에 넣어 빛이 들지 않는 서늘한 곳에 보관해야 하며 마개는 고무가 아니라 갈아맞춘 유리마개를 써야 한다. (그림 2-9)

질은 질산이 보통 누런색을 띠는것은 붉은밤색을 띠는 이산화질소 NO_2 이 용해되어 있기때문이다.

질은 질산병의 마개를 열면 흰 안개가 나온다. 그것은 질산병에서 나온 기체상태의 이산화질소가 공기중의 습기와 만나 작은 질산방울들을 많이 만들기때문이다.

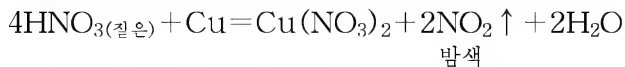
질산도 센전해질이며 산성을 나타낸다. 질산은 수용액에서 다음과 같이 해리된다.



② 질산이 왜 산성을 나타내는가를 결합의 극성으로 설명하여라.

질산은 산의 일반성질을 가진다.

그러나 금속과의 반응에서는 수소기체가 아니라 다른 기체생성물(주로 NO_2, NO)이 생긴다.



질산은 천과 피부를 못쓰게 하므로 다룰 때 주의하여야 한다. 피부에 닿으면 피부가 노랗게 되는데 이 반응은 단백질을 알아내는데 쓰인다.

질산은 질안비료와 폭약, 물감, 의약품들을 만드는데 쓰인다.

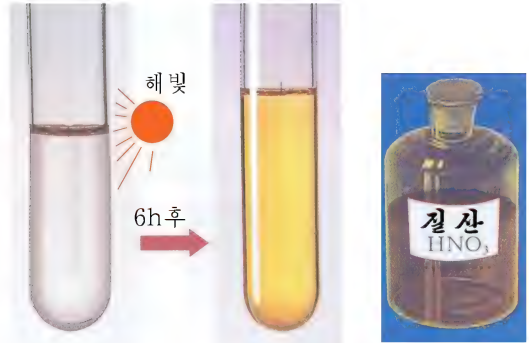


그림 2-9. 질산은 밤색 유리병에 넣어두어야 한다.

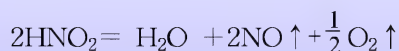


그림 2-10. 질은 질산과 동과의 반응

참고

수용액상태로만 있는 산

약전해질들인 탄산(H_2CO_3), 아류산(H_2SO_3), 아질산(HNO_2)은 수용액상태에서만 존재한다. 이 용액들에 열을 주면 CO_2 , SO_2 , NO 는 기체로 날아나고 마지막에는 순수한 물만 남는다.



문 제

1. 류산의 성질에 대하여 서술내용이 틀린것을 바로 고쳐라.
 - ㄱ) 붉은 류산은 아연과도 반응하고 동과도 반응한다.
 - ㄴ) 붉은 류산은 아연과 반응하여 SO_2 기체를 낸다.
 - ㄷ) 짙은 류산을 물에 부어넣으면 많은 열을 흡수하므로 용액의 온도는 내려간다.
 - ㄹ) 짙은 류산을 유리막대기에 묻혀 글씨를 쓰면 검은색글자가 나타난다.
 - ㅁ) 짙은 류산이 들어있는 비커에 물을 넣어 용해시킨다.
 - ㅂ) 짙은 류산은 누기를 세게 빨며 동과 반응하지 않는다.
2. 질산의 성질에 대한 문장에서 틀린것을 바로 고쳐라.
 - ㄱ) 질산은 색이 없고 냄새가 없는 고체이다.
 - ㄴ) 질산이 빛이나 열을 받으면 증발되어 수증기가 생긴다.
 - ㄷ) 질산은 동과 반응하며 이때 수소기체를 낸다.
 - ㄹ) 짙은 질산은 동과 반응하여 NO 기체를 낸다.
3. 다음 시약병의 마개를 열어놓을 때 용액의 농도가 커지는가 작아지는가? 왜 그런가?
 - ㄱ) 짙은 류산 ㄴ) 짙은 염산 ㄷ) 식초
4. 짙은 류산이 다른 물질에 대하여 건조제로 쓰이는 이유가 정확한것은()이다.
 - ㄱ) 물을 때내는 성질 ㄴ) 물을 흡수하는 성질
 - ㄷ) 센 산성 ㄹ) 용해될 때 열을 많이 내는것
5. 98%의 짙은 류산용액에 동조각을 넣고 열줄 때 표준조건에서 이산화류황 2.24L가 생기는것은 ()이다.
 - ㄱ) 동 64g과 류산용액 100g을 반응시킨다.
 - ㄴ) 동 32g과 류산용액 10g을 반응시킨다.
 - ㄷ) 동 3.2g과 류산용액 10g을 반응시킨다.
 - ㄹ) 동 6.4g과 류산용액 20g을 반응시킨다.
6. 60% 짙은 질산용액에 동조각을 넣고 열줄 때 표준조건에서 4.48L의 NO_2 기체가 생기는것은 ()이다.
 - ㄱ) 동 64 g 과 질산용액 105 g 을 반응시킨다.
 - ㄴ) 동 32 g 과 질산용액 210 g 을 반응시킨다.
 - ㄷ) 동 64 g 과 질산용액 420 g 을 반응시킨다.
 - ㄹ) 동 6.4 g 과 질산용액 42 g 을 반응시킨다.
7. 8% 류산용액($\rho = 1.06 \text{ g/cm}^3$)을 만들려면 50% 류산용액($\rho = 1.4 \text{ g/cm}^3$) 1L를 ___L의 체적까지 묽게 해야 한다.
 - ㄱ) 8.25L ㄴ) 8.32L ㄷ) 16L ㄹ) 18L

제5절. 물 농 도

화학반응은 반응물알갱이들사이에서 일어난다. 그러므로 용액의 농도를 용질의 알갱이수로 나타내는것이 편리하다.

몰농도란 용액 1L에 용해되어있는 용질의 물질량으로 나타낸 농도를 말한다.

레를 들어 용액 1L에 용질이 1mol 용해되어 있으면 1mol/L용액이고 n mol 용해되어 있으면 n mol/L용액이다. (그림 2-11)

몰농도의 정의로부터 그 단위는 mol/L이다.

몰농도를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$C = \frac{n}{V}$$

C : 몰농도, n : 용질의 물질량, V : 용액의 체적

몰농도는 용질의 알갱이수와 관련된 농도이다.

몰농도가 같고 체적이 같은 용액속에는 용질의 종류에 관계없이 같은 수의 용질알갱이들이 들어있다.

례 1: 류산용액 1L속에 H_2SO_4 이 9.8g 용해되어있을 때 류산용액의 몰농도는 얼마인가?

풀이: 조건. $V=1L$, $m=9.8g$

물음. $C=?$

계산. ① 류산 9.8g은 몇mol인가?

류산 1mol : 98g

$$x : 9.8g \quad x = \frac{9.8g}{98g} \times 1mol = 0.1mol$$

② 류산용액의 몰농도는 얼마인가?

주어진 류산용액의 체적은 1L이므로 결국 류산용액 1L속에 H_2SO_4 이 0.1mol 용해되어있다.

그러므로 류산용액의 몰농도는 0.1mol/L이다.

몰농도식을 써서 계산하면

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{9.8g}{98g/mol \cdot 1L} = 0.1mol/L$$

답. 0.1mol/L

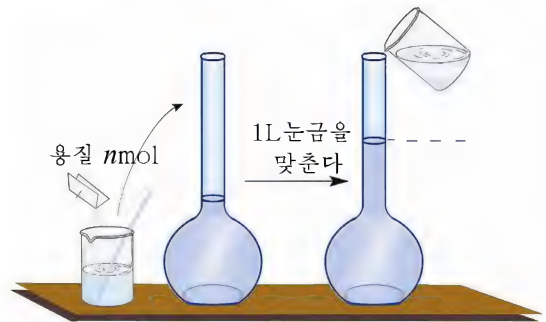


그림 2-11. nmol/L용액의 의미

예 2: 250mL의 류산용액속에 H_2SO_4 이 9.8g 용해되어있을 때 류산용액의 몰농도는 얼마인가?

풀이: 조건. $V=250\text{mL}=0.250\text{L}$

$$m=9.8\text{g}$$

물음. $C=?$

계산. ① 류산용액 1L속에 H_2SO_4 이 몇g 용해되어있겠는가?

$$0.250\text{L} : 9.8\text{g}$$

$$1\text{L} : x \quad x = \frac{1\text{L}}{0.250\text{L}} \times 9.8\text{g} = 39.2\text{g}$$

② H_2SO_4 39.2g은 몇mol인가?

$$1\text{mol} : 98\text{g}$$

$$y : 39.2\text{g} \quad y = \frac{39.2\text{g}}{98\text{g}} \times 1\text{mol} = 0.4\text{mol}$$

즉 류산용액 1L속에 H_2SO_4 이 0.4mol 용해되어있으므로 0.4mol/L용액이다.
몰농도식을 써서 계산하면

$$C = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{\frac{9.8\text{g}}{98\text{g/mol}}}{0.250\text{L}} = 0.4\text{mol/L}$$

답. 0.4mol/L

문 제

1. 용액의 %농도와 몰농도의 차이점은 무엇인가?
2. 초산용액 500mL속에 초산이 6g 용해되어있다면 이 용액의 몰농도는 얼마이며 용액 속에 들어있는 초산의 분자수는 얼마인가? (**답.** 0.2mol/L, 6.02×10^{22})
3. 0.1mol/L 류산용액 500mL속에는 용질이 몇g 용해되어있는가? (**답.** 4.9g)
4. 방온도에서 염화수소기체 1L의 질량은 1.36g이다. 염산 2L속에 염화수소가 50L 용해되어있다면 염산의 몰농도는 얼마인가? (**답.** 0.93mol/L)

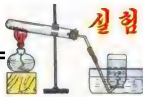
제6절. 수산화나트륨과 수산화칼시움

수산화나트륨(가성소다 NaOH)

가성소다용액은 비누처럼 미끈거린다.

수산화나트륨은 이온결합으로 이루어진 이온결정이다.

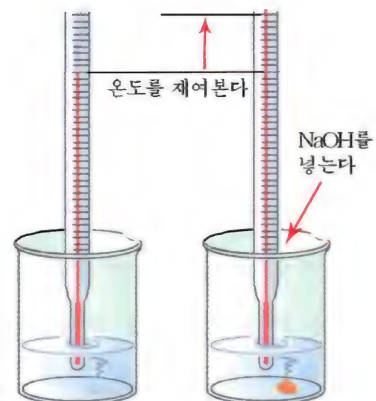
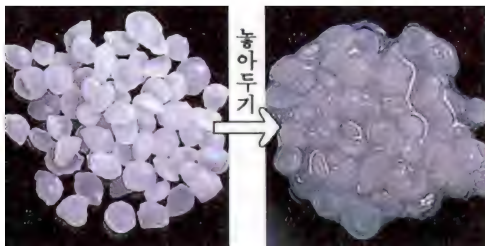
수산화나트륨의 성질을 살펴보자.



수산화나트륨의 조해와 용해될 때의 열현상

핀셋으로 작은 수산화나트륨조각들을 집어서 아래와 같은 순서로 실험을 진행한다.

- ① 수산화나트륨의 색깔, 상태를 관찰한다.
- ② 수산화나트륨을 샤레에 놓은 다음 몇 min동안 놔둔다. 어떤 현상이 나타나는가?
- ③ 수산화나트륨을 물이 들어있는 비커에 넣고 용해시킨다. 용해될 때의 온도를 재어 보면서 처음온도와 대비해 본다.



수산화나트륨을 공기중에 놓아두면 습기를 흡수하여 겉면이 눅눅해지면서 점차 용해된다. 이렇게 고체물질이 공기속의 습기를 빨아들여 저절로 용해되는 현상을 **조해**라고 부른다.

수산화나트륨은 다른 물질을 부식시킨다. 수산화나트륨은 다른 물질을 못쓰게 만드는 가혹한 성질이 있기때문에 《가성》(가혹한 성질이라는 뜻)이라는 말을 붙여 《가성소다》라고도 부르는것이다.

※《소다》는 나트륨을 의미하는 말이다.

주의

수산화나트륨은 눈, 피부, 옷 등을 못쓰게 만들므로 다룰 때 주의하여야 한다.

수산화나트륨이 피부에 묻으면 인차 물로 씻고 그 부위에 봉산용액을 발라야 한다.

이온결정인 수산화나트륨은 센 전해질이다.



② 수산화나트륨 NaOH에서 Na-O결합과 O-H결합의 전기음성도차를 비교하고 왜 OH⁻을 내면서 해리되는가를 말하여라.

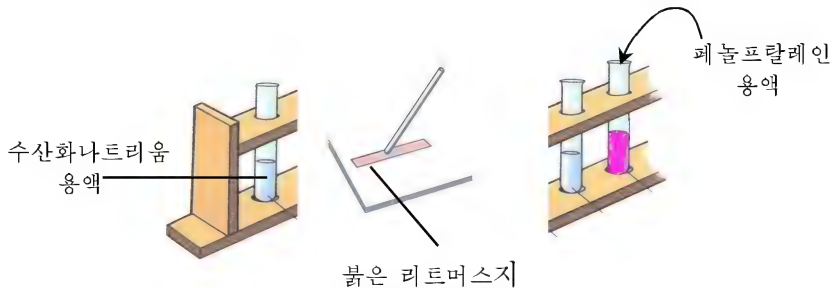
수산화나트륨은 어떤 화학성질을 가지고있는가?



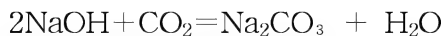
수산화나트륨의 화학성질

① 수산화나트륨용액을 유리막대기에 묻혀 붉은 리트머스지에 대어본다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?

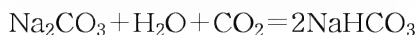
② 시험관에 수산화나트륨용액을 조금 넣고 여기에 페놀프탈레인용액을 1~2방울 떨어뜨린다. 용액의 색이 어떻게 변하는가?



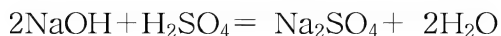
가성소다는 공기중의 습기를 잘 빨아들일뿐아니라 비금속산화물인 탄산가스와의 반응한다. 그러므로 수산화나트륨은 갈아맞춘 고무마개를 꼭 막아서 보관하여야 한다.



※ 생긴 Na₂CO₃은 다음의 반응에 의하여 Na₂CO₃보다 용해도가 작은 탄산수소나트륨으로 된다.



수산화나트륨은 산과도 반응한다.



수산화나트륨은 화학공업의 기초물질로서 비누와 종이를 만드는데, 인조섬유와 비닐론생산, 석유를 정제하는데 쓰인다.

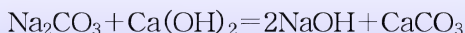


그림 2-12. 수산화나트륨 용액의 보관



수산화나트륨만들기

수산화나트륨은 소금물을 전기분해시켜 얻는다. 또한 수산화나트륨은 탄산나트륨과 수산화칼슘을 반응시켜 얻는다.

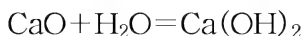


이 방법을 탄산나트륨의 **가성화법**이라고 부른다. 이 방법으로는 지방산업공장들에서도 10% 정도의 가성소다용액을 쉽게 얻을수 있다.

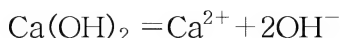
수산화칼슘(소석회 $\text{Ca}(\text{OH})_2$)

벽에 회칠하는데 쓰는 회가루물은 수산화칼슘용액이다. 회가루물도 가성소다처럼 손에 묻으면 미끈거린다.

수산화칼슘은 생석회에 물을 반응시켜 얻는다.



수산화칼슘도 가성소다처럼 이온결정이며 센전해질이다.



※ 수산화칼슘도 피부, 옷 등에 묻으면 부식작용을 하므로 다룰 때 주의하여야 한다.

수산화칼슘의 화학성질은 어떠한가?



실험

석회수에 의한 알림약의 색변화

① 수산화칼슘용액(석회수)을 유리막대기에 찍어 붉은 리트머스지에 묻혀본다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?

② 시험관에 수산화칼슘용액을 조금 넣고 페놀프탈레인용액을 1~2방울 떨어놓는다. 용액의 색이 어떻게 변하는가?

③ 석회수에 의한 알림약의 색변화를 수산화나트륨과 대비하여 말하여라.

수산화칼슘은 가성소다와 마찬가지로 일부 비금속산화물과 반응한다.

석회수에 입김(입김속에는 CO_2 이 들어있다.)을 불어넣으면 석회수가 흐려진다. 그것은 물에 용해되지 않는 흰색의 탄산칼슘이 생기기때문이다. (그림 2-13)

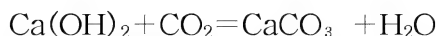
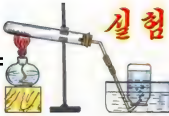


그림 2-13. 석회수와 탄산가스의 반응

이 반응은 탄산가스를 알아내는데 이용된다.

② 회칠한 벽이 시간이 지남에 따라 점점 희어지는것은 무엇때문인가?



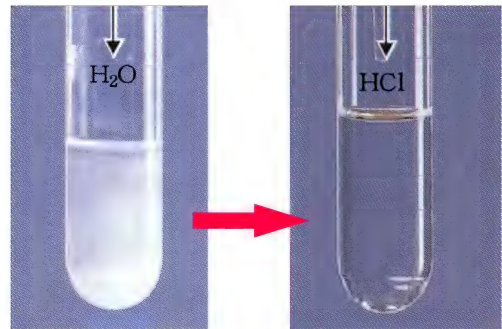
실험

석회유와 염산과의 반응

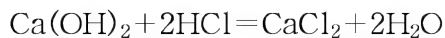
① 시험관에 소석회가루와 물을 조금 넣고 뒤흔든다. 소석회가 다 용해되었는가를 본다.

② 얻어진 석회유에 묽은 염산을 방울 방울 떨어뜨리면서 시험관을 흔든다.

어떤 변화가 생기는가?



석회유에 염산을 작용시키면 물에 용해되지 않고 남아있던 수산화칼슘알갱이들이 다 반응한다. 그러므로 용액은 맑아지게 된다.



수산화칼슘은 어디에 쓰이는가?

수산화칼슘(소석회)은 산성화된 땅을 개량하는데 많이 쓰인다. 또한 보르도액과 석회류황합제와 같은 농약을 만드는데 쓰인다.

소석회는 석회물탈을 만들어서 벽돌을 쌓거나 벽미장재료로 쓰인다. 또한 소석회를 원료로 하여 표백분과 가성소다를 만든다.



참고

석회수와 석회유

수산화칼슘(소석회)을 물에 넣고 휘저으면 우유처럼 뿌옇게 흐린 액체가 얻어지는데 이것을 젓처럼 뿌옇다는 의미에서 **석회유**라고 부른다.

그리고 석회유를 가만히 놓아두면 용해되지 않는 수산화칼슘알갱이들이 가라앉고 윗층에는 맑은물이 생기는데 이 액체를 물처럼 맑다는 의미에서 **석회수**라고 부른다. 석회수는 결국 수산화칼슘의 포화용액이다.

문 제

1. 가성소다를 넣은 병을 유리마개가 아니라 고무마개로 막아야 하는데 그 이유가 정확한 것은 ()이다.

ㄱ) 고무마개가 틈성을 가지기때문에 쉽게 열수 있다.

ㄴ) 유리마개가 깨질수 있기때문이다.

ㄷ) 공기속의 탄산가스와 반응하여 생긴 탄산수소나트륨이 가성소다를 넣은 병아 구리와 마개가 짝 들어붙게 하여 열수 없기때문이다.

ㄹ) 고무마개가 가성소다와 반응하여 못쓰게 되기때문이다.

ㅁ) 유리마개연마부분의 유리가루와 가성소다가 반응하여 녹아붙기때문이다.

2. 소석회를 공기속에 오래 놔두면 왜 나쁜가?

3. 다음 말들의 다른 점은 무엇인가?

ㄱ) 생석회와 소석회

ㄴ) 석회수와 석회유

4. 아래의 물질들가운데서 수산화칼슘과 반응할수 있는것을 골라 화학방정식으로 나타내어라.

Mg, CO₂, Na₂O, Na, H₂SO₄, K₂O

5. 0.1mol/L NaOH용액 500mL를 만들려고 한다. 용질이 몇g 있어야 하는가?

(답. 2g)

6. Ca(OH)₂의 용해도는 40°C에서 0.141g/(100g·물)이고 0°C에서 0.185g/(100g·물)이다.

0°C의 포화용액 300g을 40°C로 할 때 몇g의 침전물이 얻어지겠는가?

(답. 0.132g)

제7절. 염 기

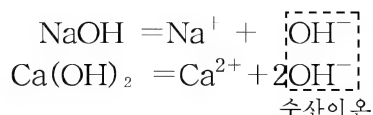
수산화나트륨과 수산화칼슘의 성질에서 같은 점은 무엇인가?

수산화나트륨과 수산화칼슘의 수용액은 다 미끈거리며 붉은 리트머스지를 푸른색으로 변화시키고 무색의 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다. 수산화나트륨과 수산화칼슘은 비금속산화물과 반응하며 산과도 반응한다.

이러한 성질을 포함하여 염기가 나타내는 일반성질을 **염기성**이라고 부른다.

수산화나트륨과 수산화칼슘이 다같은 성질, 염기성을 나타내는것은 무엇때문인가.

수산화나트륨과 수산화칼슘은 다 이온결정이며 센전해질이다. 그러므로 수용액에서 다음과 같이 해리된다.



이처럼 두 물질은 수용액에서 해리되어 음이온으로서 다같이 수산이온 OH^- 만을 내놓는다. 수산이온 OH^- 가 염기성을 나타내게 한다.

염기란 수용액에서 해리되어 음이온으로서 수산이온 OH^- 만을 내놓는 화합물을 말한다. 염기는 금속이온과 수산이온 OH^- 으로 이루어져있다.

염기는 어떻게 나누는가

염기의 분류

표 2-2

분류기준	분 류	례
물에 잘 용해되는가 안되는가에 따라	물에 잘 용해되는 염기(알카리)	NaOH , Ca(OH)_2 , KOH , Ba(OH)_2
	물에 용해되지 않는 염기	우의 알카리를 내놓은 나머지 염기들
금속이온의 이온가(해리될 때 내놓는 OH^- 의 개수) 에 따라	1가 염기	NaOH , KOH
	2가 염기	Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2

염기들가운데서 물에 잘 용해되는 염기를 **알카리**라고 부른다.

※ 알카리라는것은 아랍말로 《재》라는에서 유래되었다. 나무를 태운 재를 물에 용해시켜 우려낸 물은 미끈거리고 빨래도 잘 되었다. 그 재물에는 KOH 가 들어있으므로 KOH 와 같이 물에 잘 용해되는 염기를 알카리라고 부르게 된것이다

② 수산화바륨 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 수산화철 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 은 몇 가염기인가?

염기의 화학식을 어떻게 세우는가

염기에서 금속양이온의 이온가와 수산음이온의 이온가의 합이 0이라는데로부터
밀수를 구하면 된다.

예: 수산화바륨의 화학식세우기

바륨이온의 이온가 $2+$

수산이온의 이온가 $1-$

$$\text{밀수는 } 2 \times \square + (1-) \times \square = 0$$

$$2 \times \boxed{1} + (1-) \times \boxed{2} = 0$$

즉 수산기의 개수는 금속이온의 이온가와 수자상 같다.

그러므로 수산화바륨의 화학식은 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 이다.

※ 수산화바륨 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 의 포화수용액을 **바리트수**라고도 부른다.

염기의 이름을 어떻게 부르는가

염기를 만드는 양성원소(금속원소)의 이름앞에 《수산화》라는 말을 붙여 부른다.

예: NaOH 《수산화》+나트륨→수산화나트륨

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 《수산화》+칼슘→수산화칼슘

한가지 금속이 두가지 염기를 만들 때에는 금속의 산화수를 염기의 이름뒤에 로마
수자로 밝혀 부른다.

예: $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 수산화철(Ⅱ)

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 수산화철(Ⅲ)

용액의 산성과 염기성

산은 그 수용액에 수소이온 H^+ 가 있으므로 신맛이 있고 푸른 리트머스지를 붉은
색으로 변화시킨다. 이때 용액은 산성을 띠고있다고 한다.

염기는 그 수용액에 수산이온 OH^- 를 가지고있으므로 미끈거리며 붉은 리트머스지
를 푸른색으로 변화시킨다. 이때 용액은 염기성 또는 알칼리성을 띠고있다고 한다.

수용액에 H^+ 와 OH^- 가 똑같이 들어있다면 이때에는 산성도 염기성도 아닌 중성용
액이다.

리트머스나 페놀프탈레인파 같이 용액이 산성인가 염기성인가에 따라 색이 변하는
물질을 산염기알림약이라고 부른다.



꽃잎이나 열매의 색소도 산염기알림약으로 쓸수 있다. 나팔꽃의 색소는 산성에서 붉은색, 중성에서 보라색, 염기성에서 푸른색을 나타낸다.

비비추나 오디의 색소도 알림약으로 쓸수 있다.

몰농도계산(%농도로부터 몰농도구하기)

례 1: 98% 류산용액 ($\rho = 1.84\text{g}/\text{cm}^3$)의 몰농도는 얼마인가?

풀이: 조건. $\omega = 0.98$

$$\rho = 1.84\text{g}/\text{cm}^3$$

물음. $C = ?$

계산. ① 류산용액 1L의 질량은 얼마인가?

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1.84\text{g}/\text{cm}^3 \times 1000\text{cm}^3 = 1840\text{g}$$

② 류산용액 1840g속에 용질인 H_2SO_4 이 몇g 들어있는가?

98% 류산용액이라는것은

류산용액 100g : H_2SO_4 98g

1840g : x

$$x = \frac{98\text{g}}{100\text{g}} \times 1840\text{g} = 1803.2\text{g}$$

③ 류산 1803.2g은 몇mol인가?

H_2SO_4 1mol : 98g

y : 1803.2g

$$y = \frac{1803.2\text{g}}{98\text{g}} \times 1\text{mol} = 18.4\text{mol}$$

즉 류산용액 1L속에 H_2SO_4 이 18.4mol 들어있는셈이므로 이 용액의 몰농도는 18.4mol/L이다.

답. 18.4mol/L

례 2: 10% 가성소다용액 ($\rho = 1.175\text{g}/\text{cm}^3$) 3L를 가지고 1mol/L 가성소다용액 몇L를 만들수 있는가?

풀이: 조건. $\omega = 0.10$

$$\rho = 1.175\text{g}/\text{cm}^3$$

$$V_1 = 3\text{L} = 3000\text{cm}^3$$

$$C=1\text{mol/L}$$

물음. $V_2=?$

계산. 풀이방향 $C = \frac{n}{V} \rightarrow V = \frac{n}{C}$

(n 은 10% NaOH용액 3L라는 조건으로부터 구해야 한다. C 는 조건에 주어짐)

① 10% 가성소다용액의 질량은 얼마인가?

$$\rho = \frac{m}{V_1} \rightarrow m = \rho V_1 = 1.175\text{g/cm}^3 \times 3000\text{cm}^3 = 3525\text{g}$$

② 용액 3525g속에 들어있는 NaOH의 질량은 얼마인가?

10%용액이라는것은 용액 100g : NaOH 10g

$$3525\text{g} : x$$

$$x = \frac{10\text{g}}{100\text{g}} \times 3525\text{g} = 352.5\text{g}$$

③ NaOH 352.5g은 몇mol인가?

$$\text{NaOH } 1\text{mol} : 40\text{g}$$

$$y : 352.5\text{g}$$

$$y = \frac{352.5\text{g}}{40\text{g}} \times 1\text{mol} = 8.8\text{mol}$$

결국 10% NaOH용액 3L속에는 NaOH가 8.8mol 들어있는셈이다.

④ NaOH 8.8mol로 1mol/L NaOH용액을 몇L 만들수 있는가?

1mol/L NaOH용액이라는것은

$$\text{용액 } 1\text{L} : \text{NaOH } 1\text{mol}$$

$$V_2 : 8.8\text{mol}$$

$$V_2 = \frac{8.8\text{mol}}{1\text{mol}} \times 1\text{L} = 8.8\text{L}$$

답. 8.8L

이것을 다음과 같이 계산할수도 있다.

① 10% 가성소다용액의 질량은 얼마인가?

$$\rho = \frac{m}{V_1} \rightarrow m = \rho V_1 = 1.175\text{g/cm}^3 \times 3000\text{cm}^3 = 3525\text{g}$$

② 용액 3525g속에 들어있는 NaOH의 질량은 얼마인가?

$$\omega = \frac{m_{\text{용질}}}{m_{\text{용액}}} \rightarrow m_{\text{용질}} = \omega m_{\text{용액}} = 0.10 \times 3525\text{g} = 352.5\text{g}$$

③ NaOH 352.5g은 몇 mol인가?

$$n = \frac{m}{M} = \frac{352.5\text{g}}{40\text{g/mol}} = 8.8\text{mol}$$

④ NaOH 8.8mol로 1mol/L NaOH용액을 몇 L 만들수 있는가?

$$C = \frac{n}{V} \rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{8.8\text{mol}}{1\text{mol/L}} = 8.8\text{L}$$

답. 8.8L



염화수소가 벤졸에서도 H^+ 를 내면서 해리되겠는가?

사고방향 - 물은 극성분자들로 이루어진 극성용매이다.

벤졸은 무극성분자들로 이루어진 무극성용매이다. 이에 기초하여 염화수소를 무극성 용매에 용해시킬 때 어떻게 되겠는가를 따져보아라.

마찬가지로 수산화나트륨이 벤졸에서 OH^- 를 내면서 해리되겠는가를 생각해보아라.

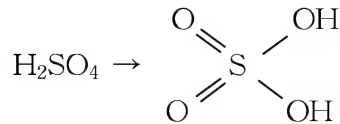
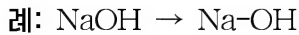
문 제

1. 두개의 시험관에 염산과 석회수가 들어있다. 어떻게 갈라볼수 있는가?
2. 10% 수산화나트륨용액 ($\rho = 1.11\text{g/cm}^3$)의 몰농도는 얼마인가? (답. 2.775mol/L)
3. 12.25%의 류산용액 200g을 물에 용해시켜 500mL로 되게 했다. 묽게 한 후 용액의 몰농도는 얼마인가? (답. 0.5mol/L)

제8절. 양성수산화물

수산화물에는 염기와 옥소산이 있다.

염기와 옥소산을 수산화물이라고 하는것은 염기와 옥소산에 다같이 수산기 OH가 들어있기때문이다.



⑦ 수용액에서 염기는 어떤 성질을 나타내었고 옥소산은 어떤 성질을 나타내었는가? 그 이유는 무엇인가?

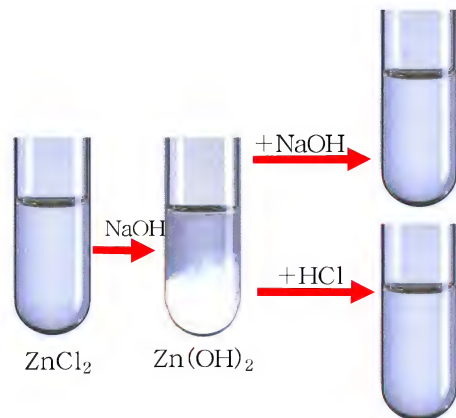
수산화물인 수산화아연 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 은 어떤 성질을 나타내겠는가?



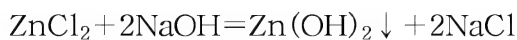
실험

수산화아연의 성질

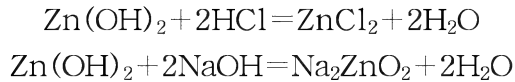
- ① 염화아연 (ZnCl_2) 용액을 시험관의 1/4정도 넣고 여기에 수산화나트륨 용액을 흰 침전물이 생길 때까지 떨어넣는다.
- ② 생긴 흰 침전물을 두 시험관에 똑같이 갈라놓고 한 시험관에는 염산을, 다른 시험관에는 질은 수산화나트륨 용액을 넣는다.
두 시험관에서 침전물이 각각 어떻게 되는가를 살펴본다.



염화아연용액에 수산화나트륨용액을 작용시킬 때 생기는 흰 침전물은 수산화아연 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 이다.



두 시험관에서 침전물이 다 용해되었다는것은 수산화아연이 산과도 반응하고 염기와도 반응했다는것을 보여준다.

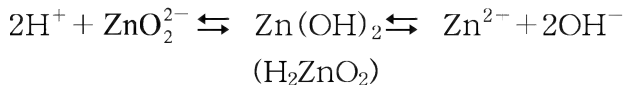


아연산나트륨

이것은 수산화아연이 염기로서의 성질도 가지고 산으로서의 성질도 가진다는 것을 말해준다. 이와 같이 산성과 염기성을 다 나타내는 성질을 양성이라고 부르며 산과도 반응하고 염기와도 반응하는 수산화물을 양성수산화물이라고 부른다.

양성수산화물은 산성도 염기성도 다 가지기때문에 산형태(H_2ZnO_2)로도, 염기형태(Zn(OH)_2)로도 그 화학식을 쓸수 있다.

양성수산화물이 산성과 염기성을 다 가지는것은 양성수산화물이 수용액에서 H^+ 를 내면서 해리되기도 하고 OH^- 를 내면서 해리되기도 하기때문이다.



양성수산화물이 수용액에서 H^+ 를 내기도 하고 OH^- 를 내기도 하는것은 금속원자와 산소원자사이의 결합의 세기가 수소원자와 산소원자와의 결합의 세기와 비슷하기때문이다. 따라서 이러한 분자들은 두 결합이 다 끊어질수 있다.

양성수산화물에는 Zn(OH)_2 외에도 Al(OH)_3 , Sn(OH)_4 , Pb(OH)_2 등이 있다.

문 제

1. 빈자리에 알맞는것을 써넣어라.

염화알루미늄에 ___을 작용시키면 흰색의 ___이 생기는데 이것의 화학식은 ___이다.
이 침전물에 염산을 작용시키면 반응 ___이 일어나면서 용해된다. 또한 침전물에 가성소다용액을 작용시키면 반응 ___이 일어나면서 용해된다.

2. 수산화알루미늄과 류산, 수산화칼륨과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

3. 수산화알루미늄과 수산화아연에 열을 주어 물을 떼내면 어떤 물질이 얻어지며 얻어진 물질들은 산성, 염기성, 양성가운데서 어느 성질을 가지겠는가를 말하여라.

4. 3.53% 염산 400g을 물에 용해시켜 500mL로 되게 하였다. 몰농도는 얼마인가?

(답. 0.77mol/L)

5. 밀도가 $1.2\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 인 27.3% 류산용액 250mL가 있다. 이 용액의 몰농도는 얼마인가?

(답. 3.34mol/L)

제9절. 원소주기표에서 수산화물의 성질변화

옥소산과 염기는 수산화물이며 다같이 수산기(OH)를 가지고있다.

그러므로 수산화물의 일반식을 XOH(X-수산화물의 중심원소)로 쓸수 있다.

그러면 XOH가 수용액에서 해리될 때 어떤 때에는 OH⁻를 내고 어떤 때에는 H⁺를 내겠는가?

수산화물을 이루고있는 중심원소를 자세히 보자.

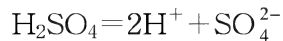
례를 들어 옥소산인 H₂SO₄의 중심원소인 류황은 음성원소이다.

H₂SO₄의 S-O결합에서 원소들의 전기음성도차는 3.5-2.5=1.0

O-H결합에서 원소들의 전기음성도차는 3.5-2.1=1.4

따라서 O-H결합의 극성 > S-O결합의 극성이다.

그러므로 수용액에서 결합의 극성이 보다 큰 O-H결합이 끊어져 H⁺를 내게 되며 H₂SO₄은 산성을 나타낸다.



중심원소의 전기적음성이 클수록(전기음성도가 클수록) O-H결합이 보다 쉽게 끊어지며 따라서 수산화물의 산성도 세진다.

중심원소가 양성원소인 NaOH는 수용액에서 OH⁻을 내며 염기성을 나타낸다.



중심원소의 전기적양성이 클수록(전기음성도가 작을수록) 염기성이 세다.

② NaOH는 수용액에서 왜 OH⁻를 내면서 해리되는가?

중심원소의 전기적양성과 전기적음성이 비슷할 때 수산화물은 산으로 해리되기도 하고 염기로 해리되기도 하며 이런 수산화물은 양성을 나타내게 된다.

③ 수산화아연 Zn(OH)₂이 왜 양성을 나타내는가를 설명하여라.

이렇게 수산화물의 산성과 염기성은 중심원소의 성질에 관계된다.

원소주기표의 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 원소의 전기적음성이 점점 세진다.(원소의 전기음성도가 점점 커진다.) 따라서 수산화물의 산성은 점점 세지며 반대로 염기성은 약해진다.

례: 원소주기표의 3주기의 원소들이 만드는 수산화물의 성질은 다음과 같이 변한다.

중심원소의 전기음성도	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0
	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	H ₂ SiO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄
	← 염기성		양성		산성		→

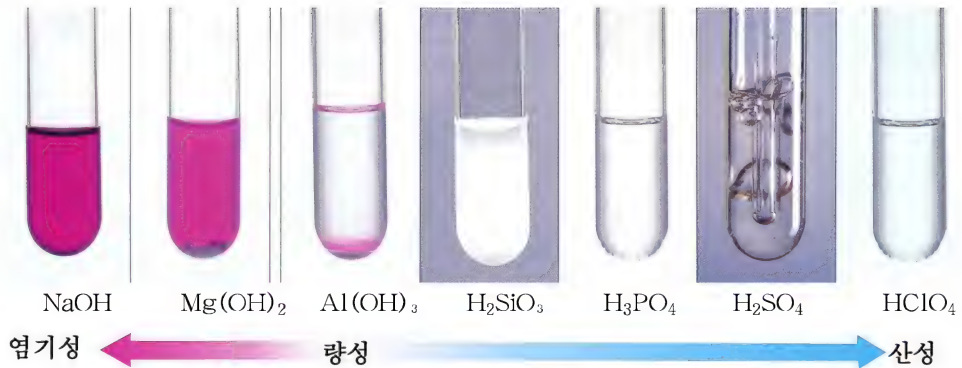


그림 2-14. 3주기 수산화물의 산성, 염기성변화

원소주기표의 족에서는 원자번호가 커감에 따라 원소의 전기적양성이 점점 세지므로(원소의 전기음성도가 점점 작아지므로) 수산화물의 염기성이 점점 세진다. 반대로 산성은 점점 약해진다.

② 주기에서는 원자번호가 커감에 따라 수산화물의 염기성이 점점 약해지는데 족에서는 왜 반대로 세지는가?

이와 같이 원소주기표에서 수산화물의 산성과 염기성은 원자번호가 커감에 따라 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

원소주기표에서 수산화물의 산성, 염기성의 변화

표 2-3

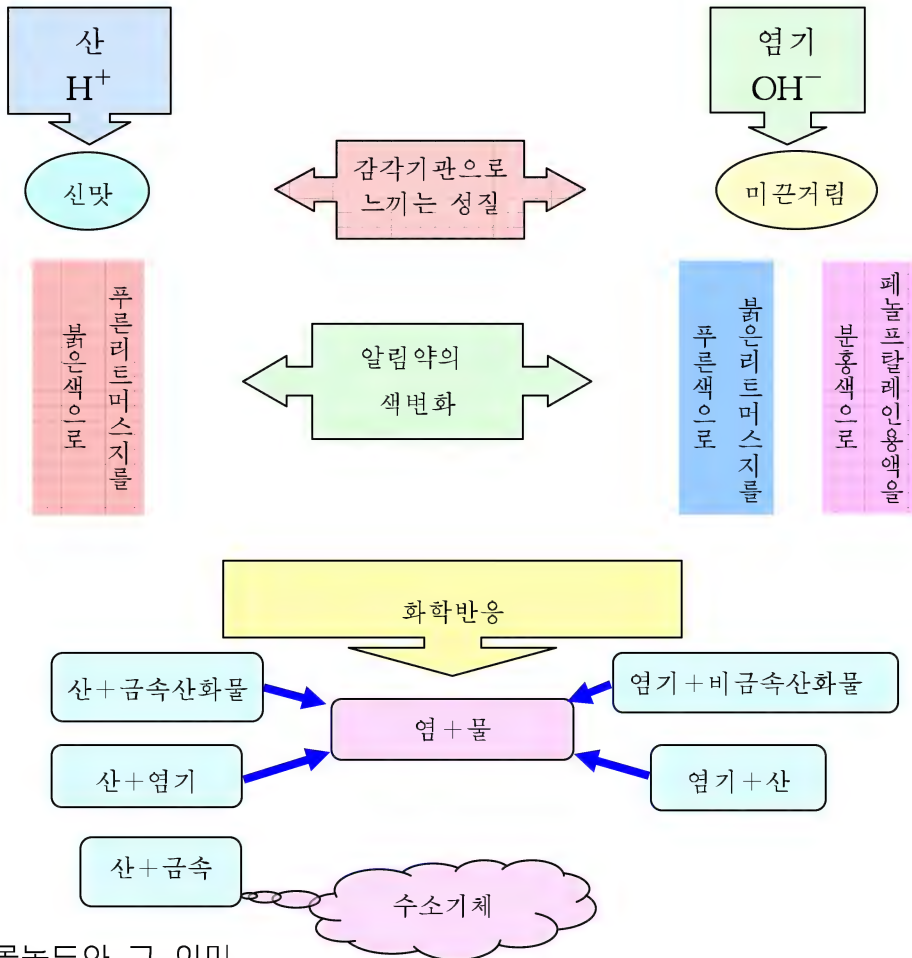
주 기	주																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<div><div><div>염기성이 세진다</div><div>산성이 약해진다</div></div><div>염기성이 약해지고 산성이 세진다</div><div>염기성이 세지고 산성이 약해진다</div><div><div>염기성이 세진다</div><div>산성이 세진다</div></div></div>																	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

문 제

1. 옥소산과 염기의 화학조성에서와 성질에서의 다른 점을 설명하여라.
2. 주기표에서 1족원소들이 만드는 수산화물의 세기를 대비해보아라.
3. 주기표에서 14족원소의 수산화물들인 탄산 H_2CO_3 , 규산 H_2SiO_3 의 세기를 대비해보아라.
4. 주기표를 보고 가장 센 염기를 이룰수 있는 원소를 찾고 그 화학식을 써보아라.

장 종 합

1. 산과 염기의 일반성질



2. 몰농도와 그 의미

몰농도란— 용액 1L에 용해되어있는 용질의 물질량으로 나타낸 농도

의미— 용액 : 용질

1L : 1mol → 1mol/L 용액

1L : nmol → nmol/L 용액

$$C = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} \quad [\text{mol/L}]$$

복습문제

1. 다음 표현에서 틀린것을 정확히 고쳐써라.
 - ① 신맛을 가지는 물질은 모두 산이다.
 - ② 분자안에 수소원자가 있는 화합물은 모두 산이다.
 - ③ 모든 산은 금속과 다 반응하며 수소기체를 내보낸다.
2. 아래의 표현에서 틀린것을 정확히 고쳐써라.
 - ① 염기는 모두 물에 잘 용해되며 그 용액은 무색의 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다.
 - ② 금속산화물은 모두 알칼리이다.
 - ③ 미끈거리는 수용액은 모두 알칼리이다.
 - ④ 화학식에 산소원소와 수소원소가 있으면 모두 염기이다.
3. 질은 염산병과 질은 류산병의 마개를 열어놓아두면 다같이 뚫어진다. 그 원인이 같은가?
4. 4개의 시험관에 질은 류산, 석회수, 가성소다, 염산 등이 들어있다. 어느 시험관에 무슨 물질이 들어있는지 어떻게 알아낼수 있는가?
5. 용액이 산성인가, 염기성인가를 어떻게 알아볼수 있는가?
6. 표준조건에서 이산화질소 2.8L를 얻으려면 동 몇g과 65% 질산 몇g이 있어야 하는가? (답. Cu 4g, 65% HNO_3 용액 24.2g)
7. 표준조건에서 이산화류황 2.8L를 얻자면 동 몇g과 밀도가 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 인 96% 류산 몇 mL를 반응시켜야 하는가? 이때 얻어지는 류산동은 몇g인가?
(답. Cu 8g, 96% 류산용액 13.3mL, CuSO_4 20g)
8. 1g의 KOH와 1g의 HNO_3 이 들어있는 용액을 섞어놓았다. 반응후 남아있는 물질은 무엇이며 몇g이 남아있겠는가? (답. KOH 0.11g)
9. 밀도가 $1.20\text{ g}/\text{cm}^3$ 인 28% 류산용액 20mL(Ⅰ)를 물 80mL로 희석한 용액(Ⅱ)의 밀도는 $1.04\text{ g}/\text{cm}^3$ 이다.
 - ㄱ) 용액 Ⅰ에 들어있는 순수한 류산의 물질량과 질량은 각각 얼마인가?
 - ㄴ) 용액 Ⅱ는 몇 %용액인가?
 - ㄷ) 용액 Ⅱ 50mL를 중화시키는데 필요한 NaOH는 몇g인가?
 (답. ㄱ) 0.068 6mol, 6.72g ㄴ) 6.46% ㄷ) 2.74g)
10. 10% 염산 400g을 물에 용해시켜 500mL로 만들었다. 몰농도는 얼마인가?
(답. 2.2mol/L)
11. 아연과 동의 혼합물 50g에 뚫은 류산을 충분히 반응시켰다. 이때 수소 1.1g이 생겼다. 혼합물의 %조성을 구하여라. (답. Zn 71.9%, Cu 28.1%)

염

중화반응

염의 분류와 성질

이온반응

염화나트륨과 탄산나트륨

경수와 연수



제3장. 염

염은 산, 염기와 함께 무기화합물의 한 부류이다.

염은 쓰이는데가 많다. 탄산나트륨은 유리를 만드는데 쓰이며 석회석은 비알론을 비롯한 여러가지 물질들을 얻는데 쓰인다.


이 장에서는 염의 대표물질들의 성질과 그 리용에 대하여 학습하게 된다.

제1절. 중화반응

벌에게 쏘였을 때 염기인 붉은 암모니아수를 바르면 아픔이 멎는다. 무엇때문이겠는가?

중화반응이란

산과 염기가 만나면 어떻게 되겠는가?




실험

산과 염기와의 반응

① 시험관에 수산화나트륨용액을 2mL 넣고 여기에 페놀프탈레인용액을 1~2방울 떨어놓는다.
용액이 무슨 색으로 되는가?

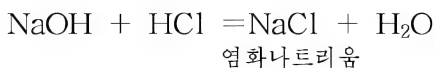
② 위의 용액에 붉은 염산을 방울방울 떨어뜨리면서 용액의 색변화를 관찰한다.



페놀프탈레인 용액

HCl

수산화나트륨용액에 염산을 떨어놓으면 용액의 염기성이 점차 약해지다가 용액의 색이 무색으로 되는 순간에 용액은 산성도 염기성도 아닌 중성으로 된다.



중성으로 된 용액을 졸이면 순수한 소금(NaCl)이 얻어진다. (그림 3-1)

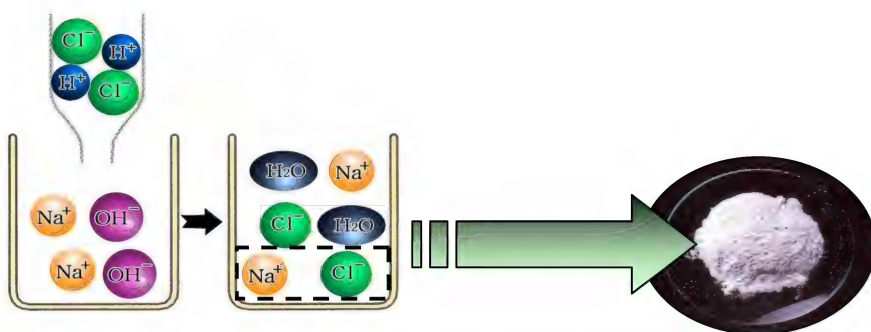
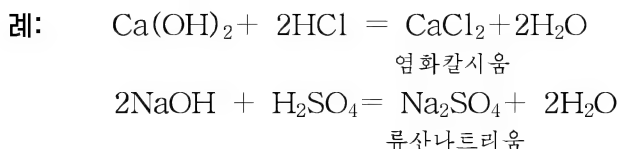


그림 3-1. 수산화나트륨과 염산의 반응

다른 산과 염기사이에서도 같은 형태의 반응이 일어난다.



이와 같이 산과 염기가 반응하여 염과 물이 생기는 반응을 **중화반응**이라고 부른다.

중화반응을 어디에 리용하는가

① 토양개량에 리용된다.

벼, 강냉이와 같은 농작물들은 다 자기가 자라는데 알맞는 산도에서 잘 자란다.

토양의 산도가 작물의 성장에 알맞지 않으면 산 또는 염기를 첨가하여 토양의 산도를 맞추어주어야 한다.

만약 토양이 산성이라면 소석회를 쳐서 중화시켜야 한다.

② 공장의 폐수를 처리하는데 리용된다.

공장에서 생산에 리용되고 오염된 물은 반드시 잘 처리하여 강물에 흘러들게 하여야 한다.

실례로 류산생산공장의 폐수에는 류산을 비롯한 물질들이 섞여있는데 소석회를 리용하여 중화처리할수 있다.

⑦ 이 중화반응의 화학방정식을 써보아라.

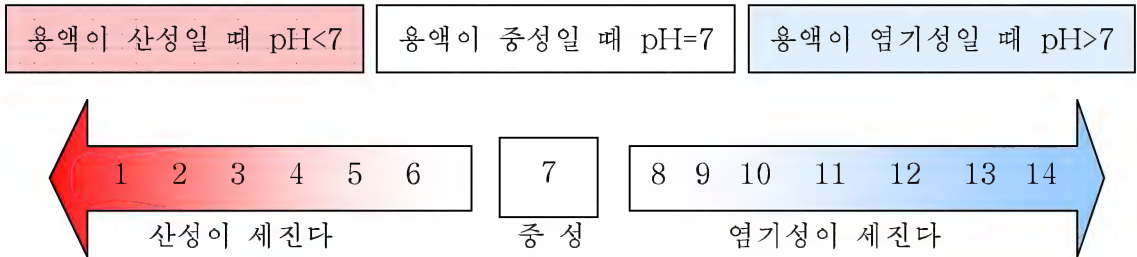
③ 의약부문에서 리용된다.

사람들의 위속에는 0.5%정도의 위산(염산)이 들어있어 소화를 돕는다. 위의 산도를 보장하자면 알칼리성음식물과 산성음식물을 적당히 배합하여 먹어야 한다. 그러나 식생활을 잘하지 못하여 파산환자들처럼 위의 산도가 정상산도보다 높으면 위아픔을 느끼곤 한다. 이때 의사의 지시에 따라 초과된 위산을 중화시키기 위하여 염기성물질이 포함된 약(레: 건위알약)을 먹을수 있다.

용액의 산성, 염기성의 세기는 무엇으로 나타내는가

우리가 생활하거나 공장에서 생산을 할 때 용액의 산성이나 염기성의 세기를 꼭 알아야 할 필요가 있다.

용액의 산성과 염기성의 세기는 pH(페하)로 나타낸다. pH의 범위는 1~14까지이다.



pH를 재는 가장 간단한 방법은 pH지를 사용하는 것이다.

시험하려는 용액을 유리막대기로 찍어 pH지에 묻혀본다. 이때 나타난 색변화를 표준색계열과 맞추어보면 용액의 pH를 알 수 있다. (그림 3-2)



그림 3-2. pH지와 표준색계열

문 제

1. 일정한 질량의 류산을 완전히 중화하는데 일정한 질량의 수산화나트륨으로 만든 용액이 필요하다. 만일 같은 질량의 수산화칼륨으로 용액을 만들어 그 류산을 중화시켰다면 반응후 얻어진 용액은 ()이다.
 ① 염기성 ② 중성 ③ 산성 ④ 확정하기 어렵다
2. 다음의 물질들을 만들려면 어떤 산과 염기를 반응시켜야 하겠는가?
 NaCl , CaCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, BaSO_4 , FeCl_3
3. 《화학반응결과 물이 생기는 반응은 모두 중화반응이다.》라고 말할 수 있는가? 예를 들어 설명하여라.

4. 어느 한 협동농장에서 산성화된 토양을 개량하기 위하여 소석회를 치려고 한다. 이론적으로 정보당 800kg의 소석회가 요구되는데 농장의 논밭면적은 700정보이다. 뿌린 소석회의 80%가 효과를 나타낸다고 한다면 불순물이 20% 섞인 소석회가 얼마나 요구되겠는가? (답. 875t)
5. 0.8mol/L 류산용액 250mL와 0.35mol/L 수산화나트륨용액 400mL를 혼합하였다. 이 용액을 완전히 중화하려면 0.25mol/L 수산화칼륨용액 ()mL가 필요하다.
- ① 104mL ② 1 040mL ③ 280mL ④ 10.4mL

제2절. 염의 분류와 성질

우리가 흔히 쓰는 소금뿐만 아니라 건설부문에서 많이 쓰이는 대리석(기본성분 CaCO_3), 먹는물이나 공장에서 쓰는 물을 깨끗하게 하는데 쓰는 시약인 반토(기본성분 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)는 모두 염이다.

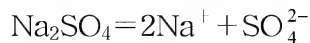
화학비료로 쓰는 류산암모니움($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)이나 탄산칼륨(K_2CO_3) 역시 염이다.

염이란

⑦ 류산과 가성소다가 반응하면 무엇이 생기는가?

Na_2SO_4 과 같이 산의 H^+ 을 금속양이온으로 바꾸었거나 염기의 OH^- 을 다른 산이온으로 바꾼 화합물을 염이라고 부른다.

수용액속에서 염은 금속이온과 산이온으로 해리된다.



염은 중화반응에 의해서만 생기는것이 아니다.

염의 생성반응

표 3-1

반 응 물	반응의 레
산+염기	$\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
산+금속	$2\text{HCl} + \text{Zn} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
산+금속산화물	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaO} = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
염기+비금속산화물	$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
금속산화물+비금속산화물	$\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$
금속+비금속	$\text{Cu} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2$

염의 분류

염에는 Na_2SO_4 과 같이 산의 수소이온모두가 다른 양이온으로 바뀐 형태의 정염과 NaHSO_4 (류산수소나트륨)과 같이 일부만이 바뀐 형태의 수소염, $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ (염화수산화마그네슘)과 같이 염기의 수산이온의 일부만이 음이온으로 바뀐 수산염이 있다.

정염은 다시 다음과 같이 나눌수 있다.

정염의 분류

표 3-2

분류기준	분 류	레		
염의 구성에 들어 있는 금속의 종류 에 따라	나 트 리 움 염	NaCl ,	Na_2SO_4 ,	Na_2CO_3
	칼 리 움 염	KCl ,	K_2SO_4 ,	K_2CO_3
	마 그 네 시 움 염	MgCl_2 ,	MgSO_4 ,	MgCO_3
염의 구성에 들어 있는 산기의 종류 에 따라	류 산 염	Na_2SO_4 ,	K_2SO_4 ,	MgSO_4
	질 산 염	NaNO_3 ,	KNO_3 ,	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
	탄 산 염	Na_2CO_3 ,	K_2CO_3 ,	MgCO_3

염의 화학식을 어떻게 세우는가

금속이온의 이온가와 산이온의 이온가를 알면 화학식을 세울수 있다.

예: 류산알루미늄의 화학식세우기

알루미늄이온의 이온가 $3+$

류산이온의 이온가 $2-$

류산알루미늄에서 이온들의 이온가의 합이 0이 되게 Al원자와 류산기의 밀수를 구하면

$$(3+) \times \square + (2-) \times \square = 0$$

$$(3+) \times 2 + (2-) \times 3 = 0$$

따라서 류산알루미늄의 화학식은 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 이다.

⑦ 질산마그네슘의 화학식을 세워라.

염의 이름을 어떻게 부르는가

① 옥소산염은 그 염에 해당하는 산의 이름뒤에 금속의 이름을 붙여 부른다.

예: Na_2SO_4 류산+나트륨 → 류산나트륨

CaCO_3 탄산+칼슘 → 탄산칼슘

② 수소산염은 비금속원소의 이름뒤에 <<화>>와 함께 금속원소의 이름을 붙여 부른다.

예: NaCl 염(소)+화+나트륨 → 염화나트륨

KBr 브롬 + 화+칼리움 → 브롬화칼리움

염의 성질

염은 보통조건에서 모두 고체이다.

염마다 물에 대한 용해도가 서로 다르다.

몇가지 염들의 물에 대한 용해성

표 3-3

양이온과 음이온	염의 용해성
NO_3^-	모든 염이 다 용해된다.
Cl^-	AgCl , Cu_2Cl_2 , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 을 제외하고는 다 용해된다.
SO_4^{2-}	BaSO_4 , SrSO_4 , PbSO_4 과 적게 용해되는 CaSO_4 을 제외한 나머지는 다 용해된다.
CO_3^{2-}	정염들중에서 Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 만 용해된다.
NH_4^+ , Na^+ , K^+	거의 모든 염이 다 용해된다.

⑦ 표에서 어느 이온이 들어있는 염이 다 용해되는가를 찾아보아라.

염은 어떤 물질들과 반응하겠는가?

① 염은 금속과 반응한다.

염은 모든 금속과 다 반응하며 이때 반응능력이 꼭 같겠는가?



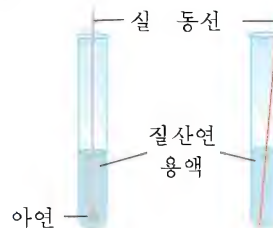
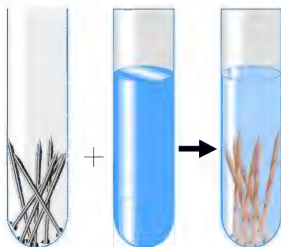
염과 금속과의 반응

① 시험관에 류산동용액을 넣고 여기에 깨끗이 닦은 쇠못을 넣는다. 얼마 지나서 쇠못겉면에 어떤 변화가 생겼는가를 본다.

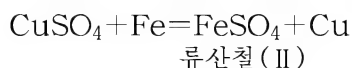
② 두개의 시험관에 질산연용액을 넣고 한 시험판에는 실에 매단 아연 쪼각을 넣는다. 다른 시험판에는 잘 닦은 동선을 넣는다.

얼마 지나서 아연쪼각과 동선을 꺼내보아라. 어떤 변화가 생겼는가? 변화가 없는것은 어느것인가?

실험에서 나타난 현상으로부터 무엇을 알수 있는가?



쇠못겉면에 나붙은 붉은색의 물질은 동이다. 이것은 류산동에서 동이 철에 의해 쫓겨났다는것을 보여준다. 이로부터 철은 동보다 활성이 세다는것을 알수 있다.



즉 Fe의 활성 > Cu의 활성

두번째 실험에서 아연겉면에 나붙은 검은색의 물질은 연이다.

① 이 현상으로부터 무엇을 알수 있는가? 화학방정식을 써보아라.

동겉면에서 변화가 없다는것은 철과는 달리 동이 질산연용액에서 연을 쫓아내지 못했다는것을 보여준다. 이로부터 동은 연보다 활성이 약하다는것을 알수 있다.

따라서 활성은 $\text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu}$ 이다.

이렇게 얻은 모든 금속과 다 반응하는것이 아니라 염자체에 들어있는 금속보다 활성이 센 금속과만 반응한다. 이때 그 반응정도(활성)는 금속마다 다르다.

금속들을 활성이 큰것으로부터 작은것으로 차례로 놓을수 있다. 이것을 **금속의 활성차례**라고 부른다.

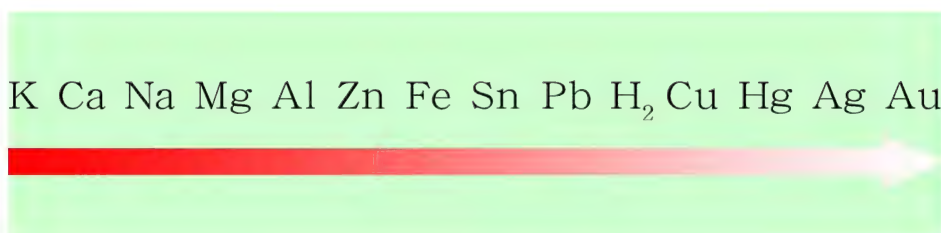


그림 3-3. 금속의 활성차례

금속의 활성차례로부터 무엇을 알수 있는가?

금속의 활성차례에서 보다 앞에 있는 금속은 뒤에 있는 금속을 그 염용액에서 내보낼수 있으나 뒤에 있는 금속은 앞에 놓인 금속을 그 염용액에서 내보낼수 없다.

수소보다 앞에 있는 금속은 산에서 수소를 내보내지만 뒤에 있는 금속은 수소를 내보내지 못한다. (그림 3-4)

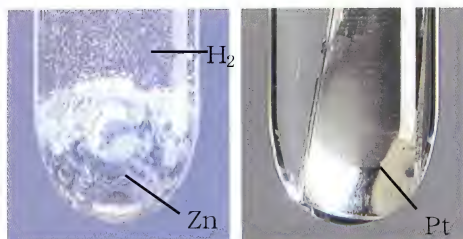
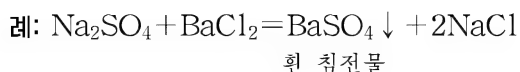


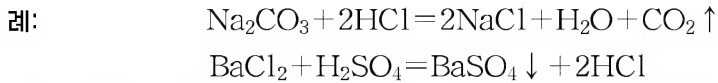
그림 3-4. 산과 금속과의 반응능력비교

① 아연, 마그네시움은 염산에서 수소를 내보낼수 있는가? 화학방정식으로 나타내여라.

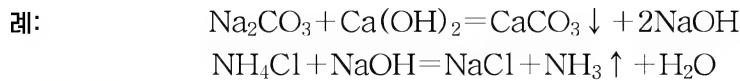
② 염은 다른 염과 반응하여 새로운 두가지 염을 만든다. 이때 침전물이 생겨야 한다.



③ 염은 산과 반응하여 새로운 염과 새로운 산을 만든다. 이때 기체나 침전물 또는 약전해질이 생겨야 한다.



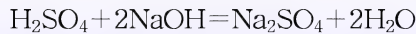
④ 염은 염기와 반응하여 새로운 염과 새로운 염기를 만든다. 이때 기체나 침전물이 생겨야 한다.



중화반응에서 수소염과 수산염은 어떻게 생기는가

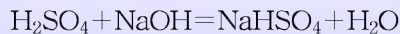
중화반응에서 산과 염기의 H^+ 과 OH^- 이 같은 물질량으로 존재하면 반응의 결과로 용액 안에는 산도 염기도 남지 않고 염만 존재하게 된다.

예: 류산 1mol과 수산화나트륨 2mol이 만나면 아래와 같이 중화반응이 일어난다.



이 반응에 의하여 류산나트륨(Na_2SO_4)만 용액에 남게 된다.

그러나 만일 존재하는 수산화나트륨의 양이 류산의 절반밖에 되지 않을 경우(수산화나트륨이 1mol인 경우)에는 중화반응이 다르게 진행된다.



이때 용액 안에는 류산나트륨만이 아니라 류산수소나트륨(NaHSO_4)도 존재하게 된다.

이와 같이 산이 2가이상일 경우에는 산분자안의 수소가 다 금속원자들로 바뀌지 않고 일부가 남아있는 염이 생길수 있다. 이런 염이 수소염이다.

염기가 2가이상일 경우에도 수산기의 전부가 산이온으로 바뀌지 않고 일부 수산기가 남아있는 염이 생길수 있다. 이런 염이 수산염이다.

몰농도계산(혼합용액의 몰농도계산)

예: 0.25mol/L H_2SO_4 용액 250mL에 0.5mol/L H_2SO_4 용액 750mL를 섞은 용액의 몰농도는 얼마인가?(체적변화는 무시한다.)

풀이: 조건. $C_1 = 0.25\text{mol/L}$

$$V_1 = 250\text{mL} = 0.25\text{L}$$

$$C_2 = 0.5\text{mol/L}$$

$$V_2 = 750\text{mL} = 0.75\text{L}$$

물음. $C = ?$

계산. ① 0.25mol/L H_2SO_4 용액 250mL의 물질량 $n_1 = ?$

0.25mol/L 용액이라는 것은 1L : 0.25mol

$$0.25L : n_1 \quad n_1 = 0.0625 \text{ mol}$$

② 0.5mol/L 용액 750mL의 물질량 $n_2 = ?$

$$1L : 0.5 \text{ mol}$$

$$0.75L : n_2 \quad n_2 = 0.375 \text{ mol}$$

③ 혼합했을 때 용액의 몰농도는

$$C = \frac{n_1 + n_2}{V_1 + V_2} = \frac{(0.0625 + 0.375) \text{ mol}}{(0.25 + 0.75) \text{ L}} = 0.4375 \text{ mol/L}$$

이것을 몰농도식으로 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} C &= \frac{n}{V} = \frac{n_1 + n_2}{V_1 + V_2} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(0.25 \times 0.25 + 0.5 \times 0.75) \text{ mol}}{(0.25 + 0.75) \text{ L}} = \\ &= \frac{(0.0625 + 0.375) \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.4375 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

답. 0.4375 mol/L

문 제

1. 아래의 물질들 사이에 반응이 일어날 수 있는 것만 골라 써라.

ㄱ) 류산동과 수은

ㄴ) 염화칼리움과 철

ㄷ) 질산바리움과 류산알루미늄

ㄹ) 류산동과 알루미늄

2. 금속 B는 묽은 류산과 반응할 수 있고 금속 A와 C는 묽은 류산과 반응할 수 없다. A를 C의 질산염용액 속에 넣으니 A의 표면에 C가 석출되었다. 금속 A, B, C의 활성 차례는 ____이다.

3. 류산동용액에 철판을 잠그었더니 그 질량이 1.2g 커졌다. 석출된 동 질량은 ____이다.

ㄱ) 9.6g

ㄴ) 10g

ㄷ) 9.7g

ㄹ) 9.8g

4. 43mL의 류산용액 ($\rho = 1.14 \text{ g/cm}^3$)에 50g의 20.8% BaCl_2 용액을 넣었다.

충분히 반응시킨 후 보니 류산이 남았다. 침전물을 려과하였다. 려액 중에 32g의 25% NaOH 용액을 넣을 때 용액은 중성을 띠었다. 처음 류산용액의 %농도는 얼마인가? (32g의 25% NaOH 용액은 반응에서 생긴 HCl 과 남은 H_2SO_4 의 중화에 소비된다는 데 주의하여라.) (답. 20%)

5. 2mol/L 류산용액 150mL와 4mol/L 류산용액 350mL를 섞을 때 생기는 용액의 몰농도는 ____이다.

ㄱ) 3.4mol/L

ㄴ) 78%

ㄷ) 6.8mol/L

ㄹ) 68%

6. 4mol/L 수산화나트륨용액 250mL와 6mol/L 수산화나트륨용액 50mL를 혼합하였다. 얻어진 용액의 몰농도는 ____이다.

ㄱ) 4.33mol/L

ㄴ) 5mol/L

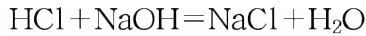
ㄷ) 43.3mol/L

ㄹ) 2mol/L

제3절. 이온반응

이온반응이란

산과 염기와의 중화반응의 본질을 밝혀보자.



여기서 HCl, NaOH, NaCl은 모두 물에 잘 용해되는 전해질이다.

그러므로 화학방정식은 다음과 같이 쓸수 있다.



이와 같이 HCl용액과 NaOH용액을 섞었을 때 Na^+ 과 Cl^- 은 용액속에 그대로 있고 물이 새로 생겼다. 이것은 H^+ 과 OH^- 이 결합되어 생긴 것이다.

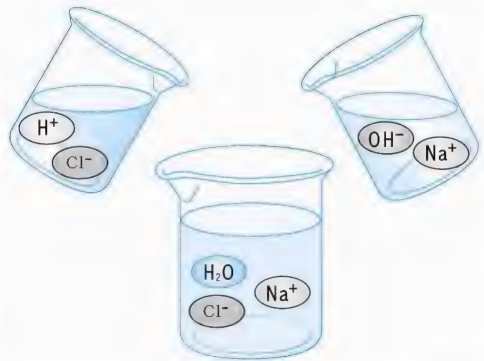


그림 3-5. HCl용액과 NaOH 용액과의 중화반응



이와 같이 이온이 참가하는 반응을 **이온반응**이라고 부르며 실제로 반응에 참가한 이온만으로 나타낸 방정식을 **이온방정식**이라고 부른다.

이온반응에는 산화수변화가 없는 이온반응(이온교환반응)과 산화수변화가 있는 이온반응이 있다.

이온방정식을 왜 따로 내왔는가

실험

용액속에서의 이온반응

적은 량의 NaCl, MgCl_2 , CaCl_2 용액을 3개의 시험관에 넣고 각각 질산은용액을 떨어 넣어 본다. 어떤 변화가 생기는가?

3개의 시험관에서 나타나는 현상이 같은가 다른가?

NaCl용액

MgCl_2 용액

CaCl_2 용액

AgCl 침전

⑦ 실험에서 진행된 3가지 반응의 화학방정식을 세워라. 그리고 이 반응들에서 실시 반응에 참가한 이온들은 어느것인가를 밝히고 이온방정식을 쓰라.

위의 3가지 반응은 서로 다른 물질들사이의 반응이지만 이온반응은 같다. 그것은 반응물인 NaCl, MgCl₂, CaCl₂이 다 염화물이기때문이다.

이온방정식은 이렇게 이온반응의 본질을 더욱 명백히 나타낸다.

이온방정식은 일반화학방정식과는 다르다. 이온방정식은 주어진 물질들사이의 반응을 나타낼뿐아니라 같은 이온들을 가진 물질들사이의 반응도 나타낸다.

이온방정식세우기

탄산칼슘과 염산과의 반응을 실험으로 보기로 하자.

① 일어난 반응의 화학방정식을 쓴다.



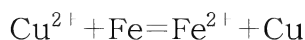
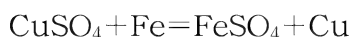
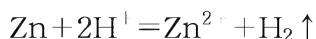
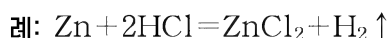
② 물에 잘 용해되는 전해질만을 이온식으로 쓴다. 잘 용해되지 않는 전해질, 기체 및 약전해질은 화학식 그대로 쓴다.



③ 반응에 참가한 이온들만으로 이온방정식을 쓴다.



산과 금속과의 치환반응, 염과 금속과의 치환반응도 이온반응이다. 그러므로 이온방정식으로 나타낼수 있다.



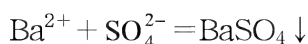
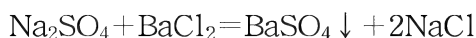
이온교환반응이 일어나기 위한 조건

수용액속에서 이온교환반응이 일어나자면 다음과 같은 조건이 있어야 한다.

① 이온들사이의 반응에서 침전물이 생겨야 한다.

생긴 물질이 침전물인가 아닌가를 판단하려면 어떤 물질이 물에 용해되며 또 어떤 물질들이 실제로 용해되지 않는가 하는것을 알아야 한다. (부록을 보라.)

예: 류산나트륨과 염화바륨용액사이의 반응에서는 흰 침전물인 류산바륨이 생긴다.



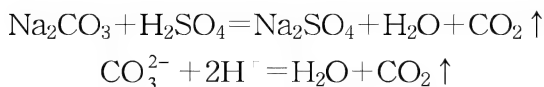
이 반응은 류산염의 검출반응이며 염화바리움은 류산염의 검출시약이다. (그림 3-6)

BaSO_4 는 물에 용해되지 않을뿐아니라 염산, 류산, 질산에도 용해되지 않는다.

⑦ 류산칼리움용액과 염화바리움용액과의 화학방정식과 이온방정식을 쓰라.

⑧ 이온들사이의 반응에서 기체물질이 생겨야 한다.

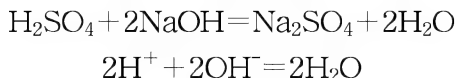
예: 탄산나트륨용액과 류산이 반응하면 탄산가스가 생긴다.



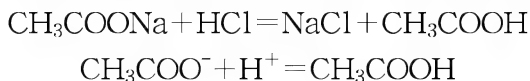
※ 이온교환반응에서 생길수 있는 기체물질: H_2 , CO_2 , SO_2 , HCl , H_2S 등

⑨ 이온들사이의 반응에서 물과 같은 약전해질이 생겨야 한다.

예: 류산과 수산화나트륨과의 중화반응에서 물이 생긴다.



초산나트륨과 염산과의 반응에서는 약전해질인 초산이 생긴다.



문 제

- 아래의 물질들가운데서 류산칼리움용액, 염화철(II)용액, 염산과 모두 반응할수 있는것은 ()이다.
 ㄱ) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 용액 ㄴ) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 용액 ㄷ) NaOH 용액 ㄹ) K_2CO_3 용액
- 다음 물질들사이의 화학방정식을 쓰고 이온반응을 찾아 이온방정식으로 나타내어라.
 ㄱ) 산화동과 탄소 ㄴ) 염화바리움과 류산
 ㄷ) 나트륨과 물 ㄹ) 산화칼슘과 염산
- 이온방정식이 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$ 으로 되는 반응은 ()이다.
 ㄱ) BaCO_3 과 HCl ㄴ) PbSO_4 과 BaCl_2
 ㄷ) CaSO_4 과 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ㄹ) BaCl_2 과 K_2SO_4
- Na^+ , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ 이온들이 섞인 용액을 만들자면 어떤 염들을 물에 용해시켜야 하는가?
- 밀도가 $1.46\text{g}/\text{cm}^3$ 인 58% H_2SO_4 용액 250mL에 밀도가 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 인 96% H_2SO_4 용액 500mL를 넣으면 몰농도가 얼마로 되겠는가? (답. $14.9\text{mol}/\text{L}$)



그림 3-6. 류산염의 검출반응

제4절. 염화나트륨과 탄산나트륨

염화나트륨과 탄산나트륨은 염의 중요한 대표물질들중의 하나이다.

염화나트륨(소금 NaCl)

경애하는 수령 김일성대원수님께서서는 다음과 같이 교시하시였다.

《사람은 소금을 먹지 않고는 살아갈수 없습니다. 사람이 소금을 먹지 못하면 손발이 붓고 맥이 없어져 움직이지 못하게 됩니다.》

사람은 하루에 10~15g정도의 소금을 먹어야 한다.

사람이 소금을 먹지 못하면 손발이 붓고 맥이 없어져 생명활동을 정상적으로 할수 없게 된다.(피의 삼투압은 언제나 일정한 정도로 유지되는데 그것은 중요하게 소금때문이다.)

소금은 쓰이는데가 많다.(그림 3-7)



그림 3-7. 소금의 리용

이렇게 염화나트륨이 인간생활에서 귀중하고 공업적으로도 매우 중요한 물질이기 때문에 소금은 작은 금이라는 의미에서 그 이름을 소금이라고 부른것이다.

소금은 어떻게 얻는가

바다는 소금을 얻는 가장 큰 원천이다. 소금은 바다물에 2.7%정도 들어있다.

우리 나라는 세면이 바다로 둘러싸여있으므로 소금자원이 매우 풍부하다.

바다물을 소금밭에 끌어들여 해빛과 바람으로 물을 증발시키면 마지막에는 소금이 남게 된다. 이 방법을 **별소금법**이라고 부른다.(그림 3-8)

소금은 땅속에서도 캐어낸다. 먼 옛날 바다였던것이 지각변동으로 땅에 묻혀서 생

겨난것이 고체소금이다. 땅속에서 캐여낸 소금을 **돌소금**이라고 부른다.

위대한 평도자 김정일원수님의 현명한 평도에 의하여 우리 나라에는 동해안과 서해안의 여러곳들에 많은 소금밭들과 정제소금공장들이 일떠서 깨끗하고 맛있는 소금을 많이 생산하여 인민생활과 나라의 화학공업에 크게 이바지하고있다.



그림 3-8. 소금밭

소금의 성질

소금은 800℃에서 녹는다. 소금은 물에 잘 용해되는데 용해도는 온도에 따라 크게 변하지 않는다.

순수한 소금은 공기중의 습기를 흡수하지 않는다. 그러나 소금밭에서 생산한 막소금은 습기를 흡수하여 눅눅해지거나 녹아내린다. 그것은 막소금에 습기를 잘 흡수하는 서슬(염화마그네시움 $MgCl_2$)이 들어있기때문이다.

※ 막소금의 조해현상을 없애려면 막소금에 열을 주어야 한다.

막소금을 넣은 자루를 매달아서 소금속에 섞인 서슬이 녹아서 흘러내리게 할수도 있다.

② 염화마그네시움처럼 공기중의 습기를 빨아들여 저절로 용해되는 현상을 무엇이라고 하며 또 어떤 물질들이 있는가?

소금 NaCl처럼 염소와 그보다 전기음성도가 작은 다른 한가지 원소만으로 이루어진 염을 **염화물**이라고 부른다.

례: 염화칼리움	KCl
염화마그네시움	$MgCl_2$
염화바리움	$BaCl_2$

② 소금을 포함한 염화물의 성질을 자체로 말해보아라.

염화물을 어떻게 알아내는가?

염화물용액에 질산은 $AgNO_3$ 을 작용시키면 흰 침전물인 염화은 $AgCl$ 이 생긴다. (그림 3-9)

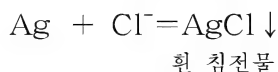


그림 3-9. 염화물의 검출반응

$AgCl$ 은 물에뿐만아니라 염산, 류산, 질산에도 용해되지 않는다. 이렇게 질산은처럼 다른 물질을 알아내는 시약을 **검출시약**이라고 부른다.

질산은은 염화물을 알아내는 검출시약이다.

질산은이 염화물을 알아내는 검출시약으로 되는것은 무엇때문인가?

그것은 염화물들가운데서 은염 AgCl이 용해도가 제일 작은 침전물이기때문이다.

그러므로 염화물들을 AgCl로 침전시키는것이 제일 좋다. 그리고 은의 화합물들 가운데서는 AgNO₃만이 물에 잘 용해되므로 질산은이 염화물을 알아보는 검출시약으로 된다.

(?) 질산은을 리용하여 염화물을 알아내는 반응의 화학방정식을 세 가지 써보아라.

탄산나트륨(Na₂CO₃)

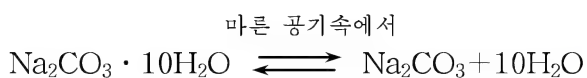
탄산나트륨은 탄산염의 하나이다.

탄산나트륨은 물에 잘 용해되는 흰 가루 상태의 물질이다.

보통 탄산나트륨은 결정수화물인데 그 화학식은 Na₂CO₃ · 10H₂O이다.

탄산나트륨의 결정수화물 Na₂CO₃ · 10H₂O처럼 용매인 물분자가 함께 들어있는 결정을 결정수화물이라고 부른다. 그리고 결정수화물에 들어있는 물을 결정수라고 부른다.

탄산나트륨결정은 보통온도에서 마른 공기속에 놓아두면 점차 결정수를 잃고 흰 가루상태로 된다.(그림 3-10)



결정수화물이 공기속에서 저절로 결정수를 잃고 가루상태로 되는 현상을 풍해라고 부른다.

참 고 — 몇가지 결정수화물 —	
류 산 동	CuSO ₄ · 5H ₂ O
염화마그네시움	MgCl ₂ · 2H ₂ O
석고(류산칼슘)	CaSO ₄ · 2H ₂ O
망초(류산나트륨)	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
록반(류산철)	FeSO ₄ · 7H ₂ O

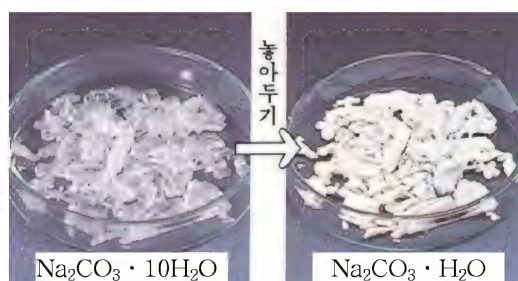


그림 3-10. 탄산나트륨의 풍해



수화와 결정수화물

소금을 물에 넣으면 소금결정의 이온들과 물분자들사이의 정전기적끌힘에 의하여 이온결합이 끊어져 Na 와 Cl^- 이 물속으로 떨어져나온다. 떨어져나온 Na 와 Cl^- 은 물분자와 정전기적끌힘에 의하여 결합된 상태로 확산되어 용액을 이룬다. 이때 용질알갱이(이온 또는 분자)가 용매분자와 결합하는것을 용매화라고 부르며 용매가 물인 경우에는 수화라고 부른다. 수화된 상태에서 용액으로부터 용질이 석출될 때 수화되어있던 물분자가 떨어지지 않고 용질과 함께 결정을 이룰수 있다. 그리하여 결정에 용매인 물분자가 함께 들어있는 결정수화물이 생긴다.

결정수화물들은 일반적으로 물에 잘 용해된다.

염들은 대체로 이온결합으로 이루어진 이온결정이다. 이온결정은 그것을 이루고있는 이온들이 수화되기 쉽기때문에 대부분이 물에 잘 용해되지만 염화는 AgCl , 류산바리움 BaSO_4 과 같은 물질들은 용해되지 않는다.

② 조해와 풍해는 어떻게 다른가?

탄산나트륨이 물에 용해되면 일부가 물과 반응하여 수산화나트륨 NaOH 를 만들프로 용액은 염기성을 띤다.



이 성질을 리용하여 탄산나트륨을 기구나 그릇을 씻는데 쓴다.

탄산나트륨에 산을 작용시키면 어떻게 되겠는가?



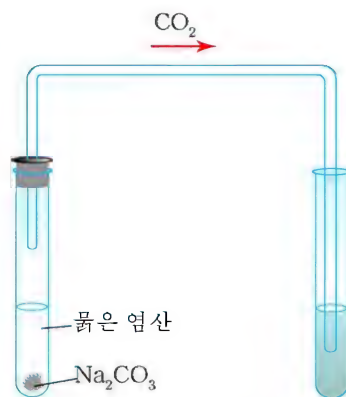
탄산나트륨과 염산과의 반응

① 시험관에 탄산나트륨결정을 조금 넣고 여기에 염산을 시험관의 1/4정도 부어넣는다.

② 기체가 나오는 시험관아구리에 성냥불을 대여본다. 성냥불이 어떻게 되는가?

③ 시험관에 기체유도관이 달린 고무마개를 막고 나오는 기체를 석회수속으로 통과시킨다. 석회수에서 어떤 변화가 일어나는가?

이 반응은 무슨 물질의 검출반응인가?



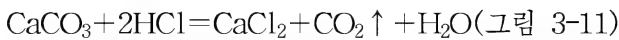
탄산나트륨에 염산을 작용시키면 탄산가스 CO_2 을 내면서 반응한다.



생긴 CO_2 을 석회수에 통과시켜 탄산가스인가를 확인해 본다.

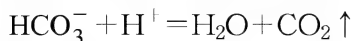
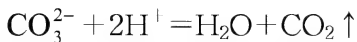
② CO_2 의 검출반응을 자체로 써보아라.

모든 탄산염들은 산과 반응하여 탄산가스 CO_2 을 내보낸다.



(이 반응의 원리를 리용하여 빵을 만들 때 중조를 넣어 부풀게 한다.)

탄산염과 산과의 반응은 기체가 생기는 이온반응이다.



② 물에 용해되지 않는 탄산염들인 CaCO_3 , MgCO_3 과 염산과의 반응의 이온방정식을 써보아라.

그러므로 탄산염과 산과의 반응은 탄산염을 알아내는 검출반응이며 산은 탄산염의 검출시약이다. (그림 3-12)

NaHCO_3 은 불안정하므로 가열하면 쉽게 분해된다.



이 반응을 리용하여 Na_2CO_3 과 NaHCO_3 을 갈라볼수 있다.

알칼리금속의 탄산염을 제외한 탄산염들은 높은 온도로 열을 주면 분해된다.



이 반응을 리용하여 우리 나라에서는 석회석(CaCO_3)을 분해하여 생석회(CaO)를 만들며 마그네사이트(MgCO_3)를 분해하여 마그네샤크링카(MgO)를 만든다.

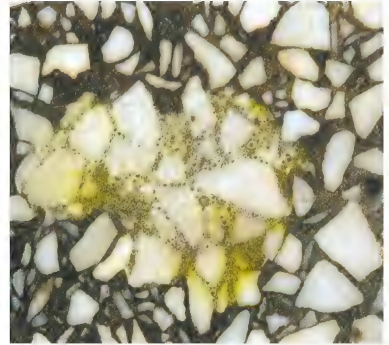


그림 3-11. 탄산칼슘으로 된 건축재료의 염산에 의한 부식

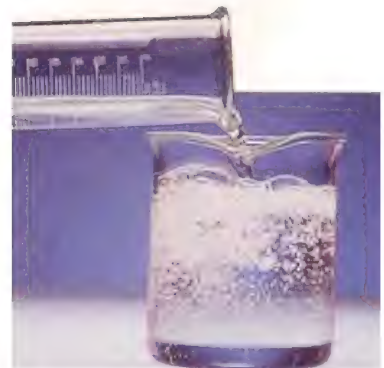


그림 3-12. 탄산염의 검출반응

자연계에는 탄산염으로 된 광석이 많다. 그가운데서 중요한것은 탄산칼슘으로 된 광석과 탄산마그네슘으로 된 광석이다.

탄산칼슘으로 된 광석으로는 대리석, 석회석 같은것을 들수 있다.



그림 3-13. 탄산칼슘은 건축재료로 쓰인다.

조개껍질이나 닭알껍질에는 탄산칼슘이 많이 들어있다.

(?) 김치가 시어졌을 때 닭알껍질을 넣는것은 무엇때문인가?

문 제

- 벽에 회칠할 때 소금을 넣는것이 좋다. 그 리유가 정확한것은 ()이다.
 ㄱ) 벽에 회칠한것이 묻어나지 않아서 좋다.
 ㄴ) 벽에 회칠한것이 희여지기때문이다.
 ㄷ) 막소금에 섞여있는 서늘이 조해성을 가지므로 공기속의 습기를 빨아들여 천천히 마르면서 생기는 탄산칼슘이 벽에 붙어 희여지기때문이다.
- 생리적식염수는 0.85% 소금용액이다. 이 용액 20kg을 만들려면 정제소금과 증류수가 각각 ___과 ___이 있어야 한다. 정제소금을 얻으려면 불순물이 8% 섞인 막소금이 ___필요하다.
 ㄱ) 170g, 19.83kg, 184.8g ㄴ) 340g, 198kg, 19.4g
 ㄷ) 17g, 1.9kg, 20g
- 다음 탄산염들을 같은 질량의 염산과 반응시킬 때 생기는 탄산가스의 체적이 가장 큰것은 ()이다.
 ㄱ) Na_2CO_3 ㄴ) NaHCO_3 ㄷ) K_2CO_3 ㄹ) CaCO_3
- 탄산나트륨 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 8.58g을 66.42mL의 물에 용해시켰다. 이 용액의 % 농도는 얼마인가?(답. 4.24%)

5. 색이 없는 용액에 염화바륨시약을 넣었는데 흰색의 침전물이 생겼다. 다시 질은 질산을 넣어도 침전물이 없어지지 않았다. 색이 없는 이 용액에 들어있는 이온에 대하여 아래의 내용에서 정확한것은 ()이다.

- ㄱ) 반드시 류산이온이 들어있다.
- ㄴ) 반드시 은이온이 들어있다.
- ㄷ) 반드시 류산이온 혹은 은이온이 들어있다.

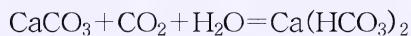


석회동굴은 어떻게 형성되었는가?

경애하는 수령 김일성대원수님과 위대한 령도자 김정일원수님께서 우리 인민들에게 돌려주신 뜨거운 사랑에 의하여 룡문대굴과 백령대굴, 송암동굴은 천하지하절경을 펼친 세계적인 명승지로 그 이름을 떨치고있다.

이 동굴들은 모두 석회암지대에 생겨난 석회동굴이다.

오랜 세월 석회석바위가 있는 곳에 비물이나 지하수가 흐르면서 석회석을 조금씩 용해시켜 커다란 동굴을 만들고 동굴속에 고드름(종유석)과 석순을 만들었다. 우선 공기속의 탄산가스를 흡수한 비물이나 지하수가 석회석을 용해시켜 물에 용해되는 탄산수소칼슘 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 으로 되게 한다.



생긴 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 이 용해되어있는 물이 동굴의 벽이나 천정을 따라 흐르면서 탄산가스와 물은 날아나고 물에 용해되지 않는 CaCO_3 이 다시 생겨나 고드름처럼 드리우게 된다. 한편 밑에까지 내려온 탄산수소칼슘에 의해 CaCO_3 이 순처럼 자라나 석순을 형성하게 된다.



제5절. 경수와 연수

경수와 연수란 무엇인가

빨래를 할 때 비누거품이 잘 일어나는 물이 있는가 하면 그렇지 않은 물도 있다. 또 지방마다 물맛도 서로 다르다. 그것은 물속에 어떤 이온들이 얼마나 들어있는가에 관계된다. 즉 Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 같은 이온들이 서로 다르게 들어있기 때문이다. 이 이온들이 많이 들어있으면 비누거품이 잘 일지 않으며 빨래가 잘되지 않는다.

이런 물을 보통 《물이 세다.》고 하며 **경수**라고 부른다.

그리고 Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 같은 이온들이 적거나 거의 없는 물을 보통 《물이 연하다.》고 하며 **연수**라고 부른다.

경수나 연수에는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 같은 이온들이 탄산수소염이나 류산염형태로 용해되어있다.

경수의 나쁜 점

경수는 보일러판에 물때가 끼게 한다. 거울에 방울 덩히는 방열관속으로 경수가 흐르면 관안에 물때가 끼게 되며 그만큼 연료를 낭비하게 된다. 보일러판안에 물때가 1mm만 끼게 되면 석탄이 5%나 낭비된다.

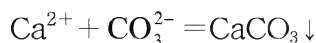
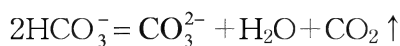
화력발전소의 증기보일러에 물때가 끼면 전기생산에 막대한 지장을 준다. 화학공업에서 경수를 쓰면 제품들의 순도가 떨어지며 방직공업에서는 염색이 잘 안된다. 그러므로 경수는 반드시 연수로 만들어 써야 한다.

경수속에 있는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 같은 이온들을 없애고 연수로 만드는 과정을 경수의 연화라고 부른다.

경수의 연화방법

경수를 연화하는 가장 간단한 방법은 경수를 끓이는것이다.

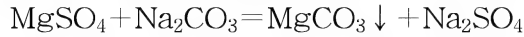
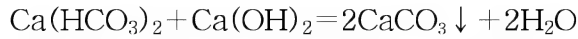
경수를 끓이면 불안정한 탄산수소이온이 분해되어 탄산이온으로 되고 탄산이온은 Ca^{2+} (또는 Mg^{2+})과 결합하여 탄산염으로 침전된다.



이 두 방정식을 알기 쉽게 다음과 같이 하나의 방정식으로 써도 된다.



화학적인 방법으로 수산화칼슘이나 탄산나트륨을 작용시켜 경수를 연화할수도 있다.



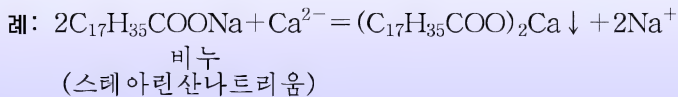
② 경수속의 탄산수소마그네슘이나 류산칼슘도 같은 화학적방법으로 없어지겠는가(부록을 보면서 생각해 보고 화학방정식을 작성하여라.)

이밖에도 이온교환수지를 리용하는 물의 연화방법도 있다.



경수에서는 왜 빨래가 잘 안되는가?

경수에는 비누가 잘 용해되지 않고 거품이 잘 일지 않는다. 왜냐하면 비누는 고급(분자량이 큰)지방산의 나트륨염(또는 칼륨염)인데 경수를 만나면 아래와 같이 물에 용해되지 않는 칼슘염이 생기기때문이다.

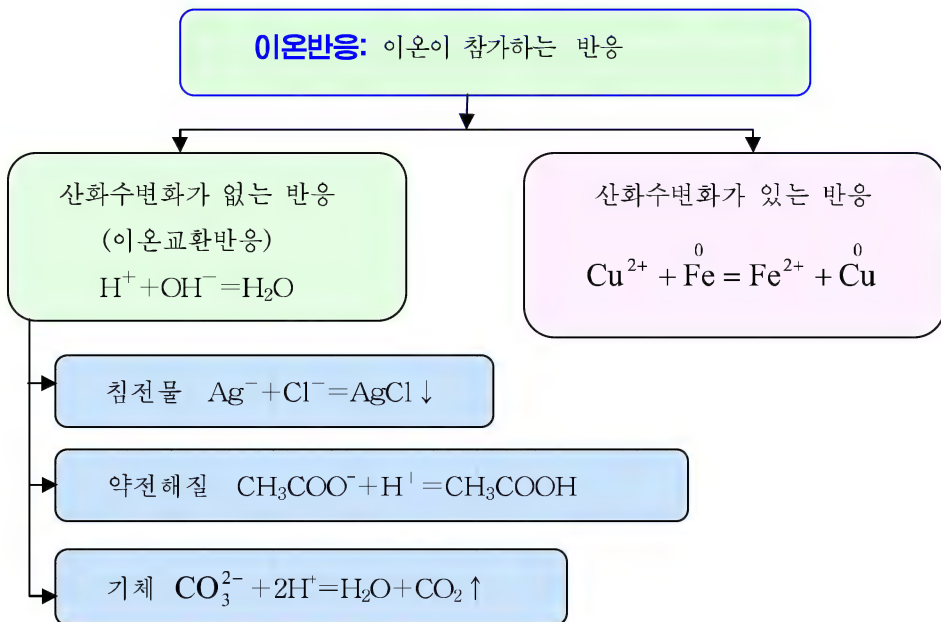
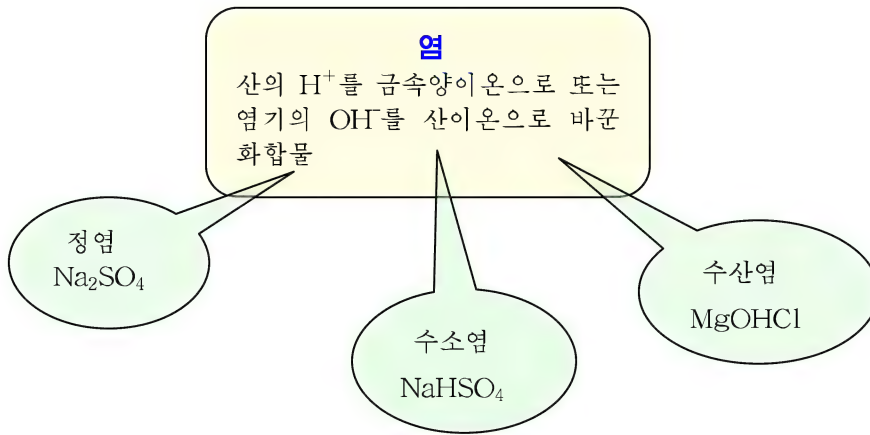


이러한 반응은 물에 들어있는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 등이 모두 없어질 때까지 일어나며 따라서 경수로 빨래를 하면 비누를 낭비하게 된다.

문 제

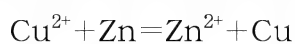
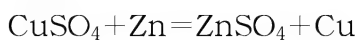
1. 탄산수소마그네슘 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 이 들어있는 경수를 보이라에 넣고 끓일 때 물이 어떻게 연화되는가를 설명하여라.
2. 보이라에 물때가 생겼을 때 물때를 없애기 위해서는 어떻게 하여야 하는가 ?
3. 석회암지대의 물에서는 모두 비누거품이 잘 일지 않는다. 왜 그런가?

장 종 합

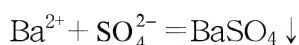
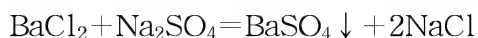


염의 성질

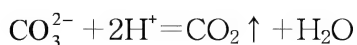
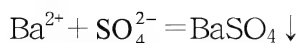
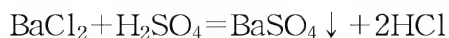
- ① 염은 보통조건에서 모두 고체이다.
- ② 염마다 물에 대한 용해도가 서로 다르다. (→부록)
- ③ 염은 염 자체에 들어있는 금속보다 활성이 센 금속과 반응한다. (→금속의 활성 차례 리용)



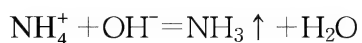
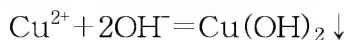
④ 염과 염이 반응하는 경우에 침전물이 생겨야 한다.



⑤ 염이 산과 반응하는 경우에 기체나 침전물이 생겨야 한다.



⑥ 염이 염기와 반응하는 경우에 기체나 침전물이 생겨야 한다.



몇가지 이온의 검출

이온	검출시약	검출반응
Cl^-	AgNO_3	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ (흰색)
CO_3^{2-}	H^+ (산)	$2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \downarrow$
SO_4^{2-}	BaCl_2	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ (흰색)

복습문제

1. 아래의 물질들가운데서 물만을 리용하여 갈라볼수 있는것은 ()이다.
 ㄱ) 고체: 염화칼리움, 류산나트리움, 류산바리움
 ㄴ) 기체: 수소, 산소, 이산화탄소
 ㄷ) 고체: 탄산칼시움, 염화바리움, 수산화나트리움
 ㄹ) 액체: 휘발유, 물, 질은 류산
2. 아래의 시약들가운데서 마개를 막지 않고 놓아둔다면 일정한 시간이 지난 다음 질량이 커지는것은 ()이다.
 ㄱ) 가성소다 ㄴ) 탄산나트리움결정 ㄷ) 질은 질산 ㄹ) 질은 류산
3. 염산을 리용하여 알아볼수 없는 용액묶음은 ()이다.
 ㄱ) 탄산나트리움, 류산, 질산은
 ㄴ) 수산화칼리움, 질산은, 탄산칼리움
 ㄷ) 염화나트리움, 질산은, 류산나트리움
 ㄹ) 염화바리움, 질산은, 탄산나트리움
4. 한가지 시약만으로 AgNO_3 , BaCl_2 , KCO_3 의 세 가지 용액을 알아볼수 있는것은 어느것인가를 아래의 시약 ㄱ)~ㄴ)에서 선택하여라.
 ㄱ) 페놀프탈레인 ㄴ) 염산
 ㄷ) 염화나트리움용액 ㄹ) 수산화나트리움용액
5. 이온방정식이 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$ 로 되는 반응이 정확한것은 ()이다.
 ㄱ) $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$ ㄴ) $\text{CuCl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
 ㄷ) $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ㄹ) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4 \rightarrow$
6. 아래의 매 조에 있는 물질을 혼합할 때 그 조의 산이 많아도 침전물이 남아있는것은 ()이다.
 ㄱ) NaOH , FeCl_3 , H_2SO_4
 ㄴ) HCl , K_2CO_3 , BaCl_2
 ㄷ) BaCl_2 , AgNO_3 , HNO_3
 ㄹ) CuSO_4 , HCl , KOH
7. 3가지 2가금속의 활성차레가 $Z > X > Y$ 이라는것을 알고 증명하기 위하여 어떤 학생이 아래와 같은 실험을 설계하였다. 진행할 필요가 없는것은 ()이다.
 ㄱ) $Z + \text{YSO}_4 \rightarrow \text{ZSO}_4 + Y$
 ㄴ) $X + \text{YSO}_4 \rightarrow \text{XSO}_4 + Y$
 ㄷ) $Z + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ 묽은 }) \rightarrow \text{ZSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
 ㄹ) $X + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ 묽은 }) \rightarrow$ 반응하지 않음

8. 질산은용액에 질량이 80g인 동판을 잠그었다. 은이 완전히 석출된 다음 판의 질량이 7.6% 커졌다. 용액에 들어있던 은의 질량은 ()이다.
 ㄱ) 8.64g ㄴ) 17g ㄷ) 86.4g ㄹ) 0.864g
9. 6.84% 염화동용액 10kg을 만들기 위해서는 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ _____을 물 _____에 용해시켜야 한다.
 ㄱ) $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 866.4g, H_2O 9 133.6g
 ㄴ) $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 900g, H_2O 10 000g
 ㄷ) $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 850g, H_2O 9 200g
 ㄹ) $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 870g, H_2O 9 150g
10. 염화칼리움과 염화아연의 혼합물 11.14g을 류산으로 처리하고 바싹 말리울 때 류산칼리움과 류산아연혼합물 13.14g이 생겼다. 처음 혼합물과 생겨난 혼합물의 조성을 구하여라. (답. 처음 혼합물-KCl 2.98g, ZnCl_2 8.16g
 생긴 혼합물- K_2SO_4 3.48g, ZnSO_4 9.66g)
11. 12.25% 류산용액 200g을 물에 용해시켜 500mL로 만들었다. 용액의 몰농도는 얼마인가? (답. 0.5mol/L)
12. 3mol/L용액을 얻기 위하여 1mol/L용액 200mL에 4mol/L용액을 몇mL 섞어야 하는가? (답. 400mL)



산화물과 수소화합물

염기성 산화물

산성 산화물

양성 산화물

수소화합물

원소주기표에서 산화물의 성질변화

무기물질의 분류와 호상관계

제4장. 산화물과 수소화합물

산화물은 무기화합물의 한 부류이다.

산, 염기, 염과는 달리 산화물은 비전해질이다.

흔히 만나는 화합물들 가운데는 산, 염기, 염, 산화물외에 수소화합물도 있다.

이 장에서는 산화물에 속하는 대표적인 물질들을 학습하고 그에 기초하여 산화물의 성질과 만들기 그리고 수소화합물에 대해서도 배우게 된다.

제1절. 염기성산화물

산화칼슘(생석회 CaO)

석회석으로부터 얻어낸 물질로서 물과 반응하지 않은 상태의 석회라는 의미에서 산화칼슘을 생석회라고도 부른다.

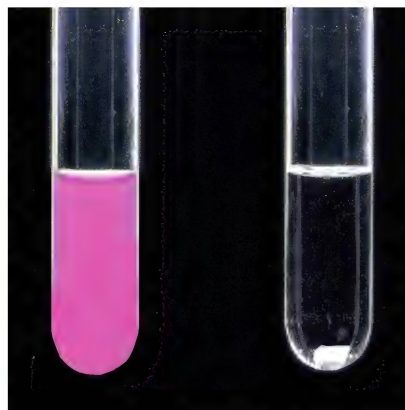
산화칼슘은 흰색의 고체물질이다. 물에 적게 용해되며 녹음점(2 572℃)이 대단히 높다.

산화칼슘은 어떤 물질들과 반응하는가?

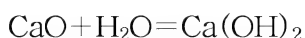


산화칼슘의 물 및 염산과의 반응

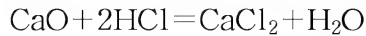
- ① 두개의 시험관에 산화칼슘을 조금씩 넣는다.
- ② 한 시험관에는 물을 넣고 뒤흔든다. 시험관을 쥐여본 다음 여기에 스포이드로 페놀프탈레인용액을 몇방울 떨어넣는다. 나타나는 현상을 관찰한다.
- ③ 다른 시험관에는 묽은 염산을 넣는다. 어떤 현상이 일어나는가?



산화칼슘은 물과 반응할 때 많은 열을 내며 이때 수산화칼슘이 생긴다. 그러므로 수산화칼슘을 소석회(구운 석회)라고도 부른다.



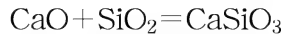
반응에서 생긴 수산화칼슘은 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다.
산화칼슘은 염산과 반응하여 염과 물을 만든다.



⑨ 산화칼슘과 염산과의 반응을 이온방정식으로 나타내어라.

산화칼슘은 일부 비금속산화물과도 반응한다.

레를 들어 산화칼슘은 높은 온도에서 이산화규소와 직접 화합하여 규산화칼슘을 만든다.



이 반응은 금속을 만드는 야금로들에서 광석속에 섞여있는 모래(SiO_2)를 갈라내는데 쓰인다.

산화칼슘은 우리 나라에 흔한 석회석을 석회로에서 900°C 이상의 높은 온도로 분해시켜 만든다.

⑩ 석회석으로부터 생석회가 얻어지는 반응을 써보아라.

생석회는 소석회와 카바이드(CaC_2), 세멘트, 유리를 만드는 원료로 쓰인다.

그밖에 의약품과 치약을 만드는 원료로도 쓰인다.

산화마그네시움(MgO)

산화마그네시움은 탄산마그네시움을 높은 온도에서 분해시켜 만든다.

⑪ 탄산마그네시움으로부터 산화마그네시움을 만드는 반응의 화학방정식을 써보아라.

산화마그네시움은 물에 적게 용해되는 흰 가루이다. 녹음점(2800°C 이상)이 매우 높다.

산화마그네시움의 화학성질은 산화칼슘과 비슷하다.

⑫ 산화칼슘의 화학성질을 생각하면서 산화마그네시움의 화학성질을 아래의 빈칸에 자체로 써넣어라.

화학성질	화학방정식
$\text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$	
$\text{MgO} + \text{HCl}$	
$\text{MgO} + \text{SiO}_2$	

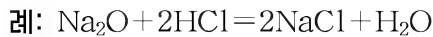
염기성산화물

⑬ 산화칼슘과 산화마그네시움의 화학성질에서 같은 점은 무엇인가?

산화칼슘이나 산화마그네시움과 같이 산과 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 염기성산화물이라고 부른다.

염기성산화물의 화학성질은 다음과 같다.

- ① 염기성산화물은 모두 산과 반응하여 염과 물을 만든다.



- ② 대부분의 염기성산화물은 물과 반응하여 염기를 만든다.



※ 염기성산화물에는 CuO와 같이 물과 직접 반응하지 않는것도 있다.

- ③ 염기성산화물은 일부 비금속산화물과 반응하여 염을 만든다.

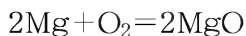
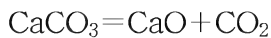
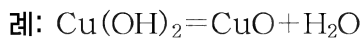


※ 염기성산화물과 비금속산화물들사이에는 직접 반응하지 않는 경우가 많다.

례: CuO, CaO는 이산화탄소와 직접 반응하지 않는다.

염기성산화물에는 Na, K, Mg, Sr, Ba, Cu, Fe와 같은 금속원소의 산화물들이 속한다.

염기성산화물은 염기나 염을 열분해시키거나 금속과 산소를 직접 반응시켜 만든다.

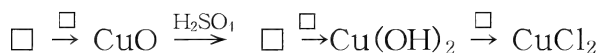
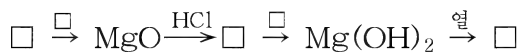


문 제

1. 다음 물질들가운데서 산화바륨과 반응할수 있는 물질들을 고르고 화학방정식으로 나타내어라.



2. 다음의 □안에 알맞는 물질의 화학식을 써넣어라.



3. 산화나트륨 5g을 완전히 중화시키려면 10% 류산용액 ____이 필요하다.

- ① 100g ② 61.25g ③ 79g ④ 501g

4. 마그네사이트 4.2g을 분해하여 산화마그네시움 1.89g을 얻었다면 마그네사이트에 MgCO_3 이 몇 % 들어있었는가? (답. 94.5%)

제2절. 산성산화물

이산화탄소(탄산가스 CO_2)

이산화탄소는 녹색식물의 빛합성에 없어서는 안될 중요한 물질이다.

이산화탄소는 색과 냄새가 없고 공기보다 1.5배 무거운 기체이다.

이산화탄소는 0°C 에서 3.43MPa로 압축하면 액체로 된다. 액체이산화탄소의 온도를 더 낮추면 고체이산화탄소인 《마른얼음》으로 된다. 마른얼음은 기체로 될 때 많은 열을 빨아들어 온도를 낮추므로 냉동제로 많이 쓰인다.



그림 4-1. 마른얼음의 승화

② 마른얼음은 왜 잘 승화되는가?

이산화탄소는 물에 비교적 잘 용해된다. (보통조건에서 1체적의 물에 약 1체적이 용해된다.) 사이다 등 탄산음료들은 이산화탄소의 이 성질을 리용한것이다. 이산화탄소가 용해된 수용액이 탄산수이다.

이산화탄소를 만들어 그 성질을 알아보자.



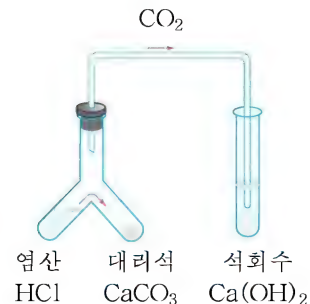
실험

이산화탄소의 만들기와 성질

① 두갈래시험관에서 대리석조각에 10%의 염산을 작용시킨다. 어떤 현상이 나타나는가?

② 이산화탄소를 석회수에 흘려보낸다.

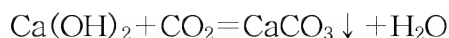
이산화탄소를 처음 흘려보낼 때와 계속 흘려보낼 때 어떤 변화가 생기는가?



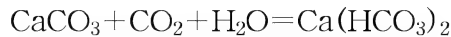
이산화탄소는 대리석(CaCO_3)에 염산을 반응시켜 만든다.

② 염산과 CaCO_3 과의 반응을 화학방정식과 이온방정식으로 나타내어라.

염기인 석회수에 이산화탄소를 흘려보내면 흰 침전물이 생긴다.



흰 침전물이 들어있는 액체에 계속 이산화탄소를 흘려보내면 다시 용해되어 맑은 액체로 된다. 이것은 물에 용해되는 탄산수소칼시움이 만들어졌기때문이다.



탄산수소칼시움은 열을 주면 분해된다.

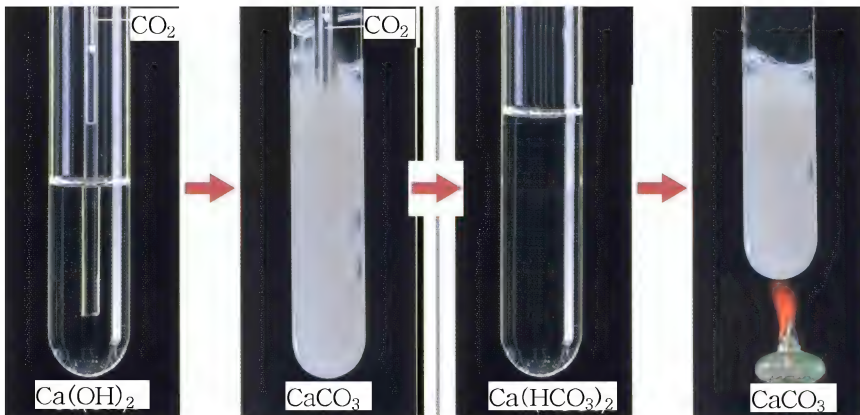


그림 4-2. 이산화탄소와 석회수와의 반응

이산화탄소는 물과 반응한다. 탄산수에 용해되어있는 CO_2 의 일부는 물과 반응하여 탄산으로 된다.

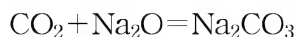


탄산은 수용액속에서만 존재하며 불안정하므로 탄산에 열을 주면 다시 분해되어 용액속에서 CO_2 이 분해되어 나온다.

② 사이다병을 더운 곳에 놓으면 병마개가 저절로 튀어난다. 왜 그런가?

이산화탄소는 염기성산화물과 반응하여 염을 만든다.

레를 들면 이산화탄소는 산화나트륨과 반응하여 탄산나트륨을 만든다.



이산화탄소는 불을 끄는 작용을 한다.(그림 4-3)

② 이산화탄소가 어디에 리용되는가를 종합해보아라.

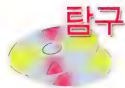


그림 4-3. 이산화탄소속에서 불이 꺼진다



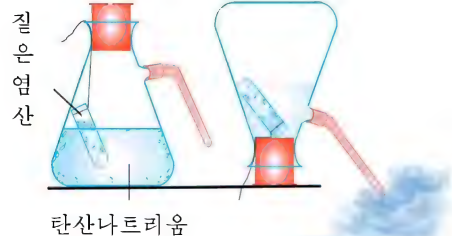
이산화탄소가 인체에 주는 영향

공기중에: 1%일 때	호흡하기 힘들다.
(체적으로) 4~5%일 때	숨이 가쁘고 머리가 아프며 어지럽다.
6%일 때	숨을 칠수 없다.



소화기

그림을 보면서 소화기의 원리를 설명하여라.
질은 염산과 탄산나트륨대신에 또 어떤 물
질을 소화기에 리용할수 있는가를 생각해보고
화학방정식으로 나타내어라.



탄산가스 알아보기

오래동안 공기갈이를 하지 않은 남새 움이나 긴 동굴안에는 탄산가스가 많이 차 있다. 그러므로 이런 곳에 들어갈 때에는 탄산가스가 어느 정도 있는가를 미리 알아야 할 필요가 있다.

어떤 방법으로 미리 알아내어 굴안의 안정성을 확인할수 있겠는가?

그리고 남새 움이나 동굴속의 대략적인 탄산가스함량을 예견해보아라.

자료 - 성냥불은 공기속의 산소가 16%로 줄어들면 죽고 초불은 14%에서 꺼진다.

이산화류황(아류산가스 SO₂)

아류산가스는 류황이 연소될 때와 화산분출시 나오는 가스, 각종 금속제련공장에서 나오는 연기속에 적지 않게 포함되어있다.

이산화류황은 자극성냄새(성냥가치가 탈 때 나는 냄새)가 나는 색이 없고 유독한 기체이다.

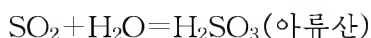
② 이산화류황 SO_2 에서 류황의 산화수는 얼마인가?

이산화류황은 물에 잘 용해된다. (보통조건에서 1체적의 물에 40체적의 이산화류황이 용해된다.)

실험실에서 이산화류황은 아류산나트륨(Na_2SO_3)에 류산(70%)을 넣고 열을 주어 만든다. (그림 4-4)



이산화류황은 물과 반응하여 아류산을 만든다.



아류산은 수용액속에서만 존재하며 열을 주면 쉽게 분해된다.

아류산은 산성을 가지므로 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시킨다.

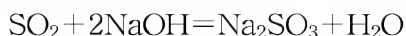
아류산가스는 꽃의 빨간색을 없애버린다.

※ 아류산가스가 꽃의 빨간색을 없애버리는 것은 그것이 색을 띠는 물질을 환원시키기 때문이다. 이 성질을 리용하여 이산화류황은 표백제로 쓸수 있다.

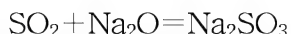


그림 4-4. 이산화류황의 만들기와 성질

이산화류황은 가성소다용액과 잘 반응한다.



또한 염기성산화물과도 반응하여 염을 만든다.



아류산가스가 환경에 주는 영향

아류산가스가 공기중에 0.012~0.015% 이상 들어있으면 사람들의 생명활동에 나쁜 영향을 준다. 0.03% 들어있으면 식물의 엽록소가 파괴되어 잎이 노랗게 되며 나중에는 죽어버린다.

또한 대기중에 있는 아류산가스는 수증기 및 비물에 용해되어 산성비를 만든다. 산성비가 땅우에 떨어지면 토양이 산성화되고 산림과 농작물에 큰 피해를 줄뿐 아니라 심한 경우에 사람을 비롯한 동물들이 살아가는데 해로운 영향을 준다.

산성산화물

⑦ 이산화탄소와 이산화류황의 화학성질에서 같은 점은 무엇인가?

이산화탄소나 이산화류황과 같이 염기와 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 산성산화물이라고 부른다.

산성산화물에는 CO_2 , SO_2 , NO_2 , SiO_2 , P_2O_5 , SO_3 등 비금속원소의 산화물들이 속한다.

산성산화물은 다음과 같이 만들수 있다.

산성산화물의 만들기

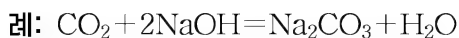
표 4-1

방 법	대표적인 레
비금속+산소	$\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$
옥소산염의 분해	$\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$
옥소산의 분해	$\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3$

※ 산성산화물은 산무수물이라고도 부른다. 삼산화류황 SO_3 은 류산이 물을 잃은 상태의 물질이므로 류산무수물이라고 부른다.

산성산화물의 화학성질은 다음과 같다.

① 산성산화물은 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.



② 대부분의 산성산화물은 물과 반응하여 산을 만든다.



※ SiO_2 과 같은 일부 산성산화물은 물과 직접 반응하지 않는다.

③ 산성산화물은 일부 염기성산화물과 반응하여 염을 만든다.



※ 산성산화물과 염기성산화물들사이에 직접 반응하지 않는 경우가 많다.

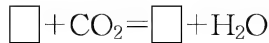
문 제

1. 아래의 산화물들가운데서 물, 염기, 염기성산화물들과 다 반응하는것은 ()이다.

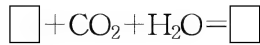
- ① 산화칼슘 ② 이산화탄소 ③ 삼산화류황 ④ 일산화탄소

2. □안에 알맞는 말 또는 화학식을 써넣어라.

염기인 석회수에 □를 흘려보내면 □이 생긴다. 그것은 □에서 생긴 □이 물에 용해되지 않기때문이다.



□이 들어있는 용액에 계속 □를 흘려보내면 다시 용해된다. 이것은 □이 만들어졌기때문이다.



3. 대기오염을 막기 위하여 굴뚝으로 나가는 이산화류황기체를 무엇으로 잡을 수 있는가?

4. 아류산나트륨 12.6g에 70% 류산을 충분히 작용시킬 때 표준조건에서 이산화류황이 몇L 생기겠는가? (답. 2.24L)

5. 소석회 7.4g이 들어있는 용액에 탄산가스 39.2%를 포함하는 기체 혼합물 8L(표준 조건)를 통과시켰다. CO₂이 완전히 흡수된다면 생겨난 침전물의 질량은 ()이다.

- ① 6g ② 12g ③ 0.6g ④ 60g



해 보기

석회수의 성질

① 회가루를 물에 조금 용해시켜 놓아두었다가 옷층의 맑은 석회수를 시험관에 옮겨넣는다.


② 석회수에 입김을 불어넣는다. 처음 입김을 불어넣을 때와 계속 입김을 불어넣을 때의 현상을 관찰한다.

③ 석회수속에서 두번째 현상이 나타나면 시험관에 열을 주면서 시험관아구리에 성냥불을 대어본다.

관찰한 현상들을 배운 내용에 기초하여 설명할 수 있는가?

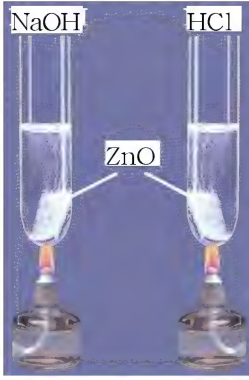
제3절. 량성산화물

② 량성수산화물들의 성질을 말해보아라. 그리고 산화물이 량성을 가진다는것은 무엇을 의미하겠는가를 생각해보아라.



실험

산화아연의 성질



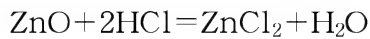
① 두개의 시험관에 각각 산화아연가루를 조금씩 넣는다.

② 한 시험관에는 염산용액을 3mL정도 넣고 열을 준다.

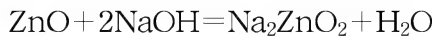
③ 다른 시험관에는 수산화나트륨용액을 3mL정도 넣고 열을 준다.

두 시험관에서 어떤 변화가 일어나는가?

산화아연은 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

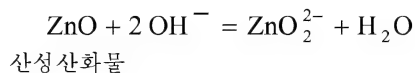
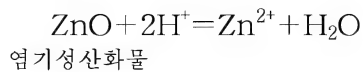


산화아연은 염기와도 반응하여 염과 물을 만든다.



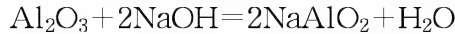
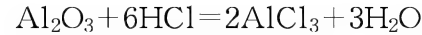
이와 같이 산과도 반응하고 염기와도 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 **량성산화물**이라고 부른다.

위의 두 반응의 이온방정식을 세우고 그 본질을 밝혀보자.

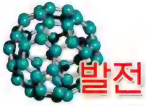


이처럼 량성산화물은 산과 반응할 때에는 염기성산화물처럼 작용하고 염기와 반응할 때에는 산성산화물처럼 작용한다.

산화알루미늄도 량성산화물이다.



량성 산화물에는 ZnO , Al_2O_3 외에도 이산화석 SnO_2 , 이산화망간 MnO_2 , 이산화연 PbO_2 등이 있다.



산화물나노재료의 응용

나노라는 말은 그리스어로 매우 작다는 뜻이다.

$1\text{nm} = 10^{-3}\mu\text{m} = 10^{-6}\text{mm} = 10^{-9}\text{m}$ 로서 수소원자 10개를 나란히 놓아야 1nm 로 된다.

나노재료는 알갱이크기가 $0.1 \sim 100\mu\text{m}$ 범위에 있으며 흔히 쓰이는 일반재료와 다른 특수한 성질을 가지고있다.

지금 널리 쓰이고있는 나노재료 가운데는 산화물나노재료도 있다.

산화물나노재료는 우리의 일상생활뿐만아니라 경공업부문에서도 널리 쓰이고있다.

실례로 자동차의 유리나 거울겉면에 나노 TiO_2 로 얇은 막을 만들어주면 유리나 거울이 어지러워지지 않고 또한 안개막이작용도 한다. 그리고 화학섬유나 방직제품들에 TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 등의 나노알갱이들을 넣어주면 냄새제거, 살균, 보온 등의 작용이 높아진다.

그러므로 무균음식그릇, 무균놀이감, 어지러워지지 않는 사기타일과 맑은 유리, 로화 방지성질을 가진 수지 등을 만들수 있다.

화장품에 나노 ZnO 를 넣어 햇빛에 견디는 질 좋은 화장품을 만들수 있다.

나노 ZnO 는 독성이 없고 맛도 없으며 피부에 자극을 주지 않는다. 또한 변질되지 않고 열안정성도 좋으며 자외선을 잘 막아준다. 그러므로 나노 ZnO 를 넣어 햇빛에 얼굴도 타지 않고 주름살도 퍼지게 하는 등 여러가지 보호기능을 가지는 화장품을 만들수 있다.

문 제

1. 다음의 산화물들가운데서 량성 산화물을 찾고 산 및 염기와의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.



2. 다음의 밑줄그은 부분에 알맞는 말 또는 화학식을 써넣어라.

Al_2O_3 은 염산에도, 가성소다에도 용해되어 ___을 만든다. 가성소다와의 반응에서 용액속에 생기는것은 ___이다. 염산과의 반응에서 생긴 용액에 적당한 량의 가성소다용액을 넣으면 ___색의 ___이 생긴다.

3. 산화아연과 아연의 혼합물 10.7g 이 완전히 반응하는데 10.22% 염산 100g 이 소비되었다. 혼합물의 조성을 구하여라. (답. ZnO 7.8g , Zn 2.9g)

제4절. 수소화합물

간장, 염화비닐수지를 만드는데 쓰는 염화수소(HCl), 랭동기의 랭매로 쓰는 암모니아(액체), 농촌집들에서 밭짓는데 쓰는 메탄가스(CH₄) 등은 다 수소의 화합물들이다.
수소와 다른 한가지 원소만으로 이루어진 화합물을 **수소화합물**이라고 부른다.

수소산(무산소산)

17족원소들의 수소화합물인 불화수소 HF, 염화수소 HCl, 브롬화수소 HBr, 요드화수소 HI를 **할로겐화수소**라고 부른다.

할로겐화수소의 성질은 다음과 같다. (표 4-2)

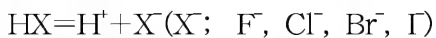
할로겐화수소의 성질

표 4-2

성질	HF	HCl	HBr	HI
보통조건에서의 모임상태	기체	기체	기체	기체
색	무색	무색	무색	무색
끓음점/°C	+19.5	-84.9	-66.8	-35.4
물에 대한 용해도/L · L ⁻¹	매우 크다	450(방온도)	600(0°C)	425(0°C)

염화수소가 물에 용해된 염산이 산성을 나타내는 것처럼 다른 할로겐화수소들도 물에 용해되면 산(할로겐화수소산)으로 된다.

할로겐화수소를 HX라고 나타내면



이로부터 물에 용해되어 그 용액이 산성을 나타내는 수소화합물을 **수소산(무산소산)**이라고 부른다.

할로겐화수소산가운데서 불화수소산 HF만이 약산이고 나머지는 모두 센산이다.

할로겐화수소산의 세기는 HF<HCl<HBr<HI차레로 커진다.

② 할로겐화수소산들의 세기가 다른것은 무엇때문인가?

16족	17족
H ₂ O 중성	HF 약산성
H ₂ S 매우 약한 산성	HCl 센산성
H ₂ Se 매우 약한 산성	HBr 센산성
	HI 센산성

산성이
약해진다

산성이 약해진다

그림 4-5. 수소산의 산성

주기에서 보면 제3주기에 놓인 류황과 염소의 수소산들인 류화수소산과 염산중에서 염산이 훨씬 센산이다.

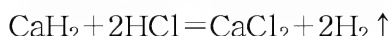
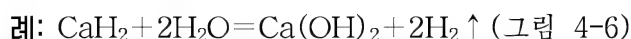
따라서 원소주기표에서 수소산의 세기는 같은 족에서는 아래로 내려가면서 커지고 같은 주기에서는 오른쪽으로 가면서 커진다.

전형원소의 수소화합물

흰색의 수소화나트륨 NaH를 비롯하여 금속의 수소화합물들은 이온결합으로 이루어진 이온결정으로서 모두 고체이고 녹음점도 높다. 이로부터 금속의 수소화합물을 특별히 **수소화물**이라고 부른다.

수소화물은 1, 2, 13족의 원소들(붕소는 제외)에서 이루어진다.

수소화물은 화학적활성이 매우 크다. 물과 맹렬히 반응하여 수소를 내며 산과도 반응한다.



수소화물을 제외한 기타 음성원소의 수소화합물들은 모두 공유결합으로 이루어진 물질로서 보통조건에서 기체(례: NH_3 , SiH_4)이거나 증발하기 쉬운 액체(례: 물)이다.

⑦ 암모니아 NH_3 에서 질소의 산화수는 얼마인가?

표 4-3에 2, 3, 4주기원소들의 수소화합물을 보여 주었다.



그림 4-6. 수소화칼슘과 물과의 반응

2, 3, 4주기원소들의 수소화합물

표 4-3

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17
2	LiH	BeH ₂	B ₂ H ₆	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	HF
3	NaH	MgH ₂	AlH ₃	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl
4	KH	CaH ₂	Ga ₂ H ₆	GeH ₄	AsH ₃	H ₂ Se (수소산)	HBr
	수소화물			비금속의 수소화합물			

문 제

1. 브롬화수소산보다 셀렌화수소산의 산의 세기가 약한 이유를 설명하여라.
2. 물은 중성인데 셀렌화수소산은 왜 약한 산성을 나타내는가?
3. 수소화나트륨이 염산과 반응하면 수소를 내보낸다. 반응을 화학방정식으로 나타내여라.
4. 수소화칼륨과 물과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

제5절. 원소주기표에서 산화물의 성질변화

산화물의 성질에서 중요한것은 산성과 염기성이다.

산화물의 조성에서 하나는 산소원소이고 다른 하나는 양성원소이거나 음성원소이다.

양성원소의 산화물은 염기성을 가진 염기성 산화물이며 음성원소의 산화물은 산성을 가진 산성산화물이다. 그리고 산성도 가지고 염기성도 가진 산화물은 양성 산화물이다.

원자번호가 커감에 따라 원소의 전기음성도가 주기적으로 변하며 그에 따라 그 원소들이 만드는 산화물들의 산성과 염기성도 주기적으로 변한다.

원소주기표의 주기에서는 원자번호가 커감에 따라 원소의 전기음성도가 점차 커지므로 산화물의 염기성은 점점 약해지고 반대로 산성은 점점 세지며 그 중간에서는 양성을 가진다.

예: 원소주기표의 3주기 원소들이 만드는 산화물의 성질은 다음과 같이 변한다.

원소의	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0
전기음성도	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
	← 염기성		— 양성	———— 산성			→

이런 변화가 원소주기표의 매 주기마다에서 되풀이된다.

원소주기표의 족에서는 원자번호가 커감에 따라 산화물의 염기성은 점점 세지고 반대로 산성은 점점 약해진다.

예: 1족에서 Na_2O , K_2O , Rb_2O , Cs_2O

————→
염기성이 세진다.

⑦ 주기에서는 원자번호가 커감에 따라 산화물의 산성이 점점 세지는데 족에서는 왜 반대로 약해지는가?

주기와 족에서 산화물의 산성과 염기성의 변화를 종합하여 표를 만들어라.

그리고 수산화물에서의 산성, 염기성의 변화와 비교하여라.

문 제

1. A, B, C라는 짧은 주기원소가 있다. 주기표에서 이 원소들의 자리는 다음과 같다. B, C의 원소의 원자번호의 합은 A원소의 원자번호의 4배이다. A, B, C는 무슨 원소들인가? 아래의 답에서 선택하여라. 그리고 이 원소들의 최대산화수에 해당하는 산화물의 화학식을 쓰고 산성산화물인가 염기성산화물인가를 말하여라.
 ① C, Al, P ② N, Si, S ③ O, P, Cl ④ F, S, Ar
2. 두가지 화학원소가 있다. 전자총수는 다같이 셋이고 하나는 최외전자수가 2이고 다른 하나는 최외전자수가 6이다. 어느 원소의 산화물이 산성산화물이고 어느 원소의 산화물이 염기성산화물인가? 왜 그런가?
3. 어떤 금속 M x g을 산화시켜 M_2O_3 y g을 얻었다.
 ① 금속 M의 원자량은 얼마인가?
 ② 산화물 M_2O_3 y g을 환원하는데 필요한 수소는 표준조건에서 몇L인가?

$$(\text{답. } \frac{24x}{y-x}, 1.4(y-x)L)$$

제6절. 무기물질의 분류와 호상관계

지금까지 알려진 무기물질의 수는 헤아릴수 없이 많다. 그러나 무기물질들은 그것들의 화학조성과 성질에 기초하여 분류할수 있으며 무기물질의 부류들사이의 호상관계를 체계화할수 있다.

무기물질의 분류

무기물질은 그것들의 조성과 성질에 기초하여 다음과 같이 나누어볼수 있다.

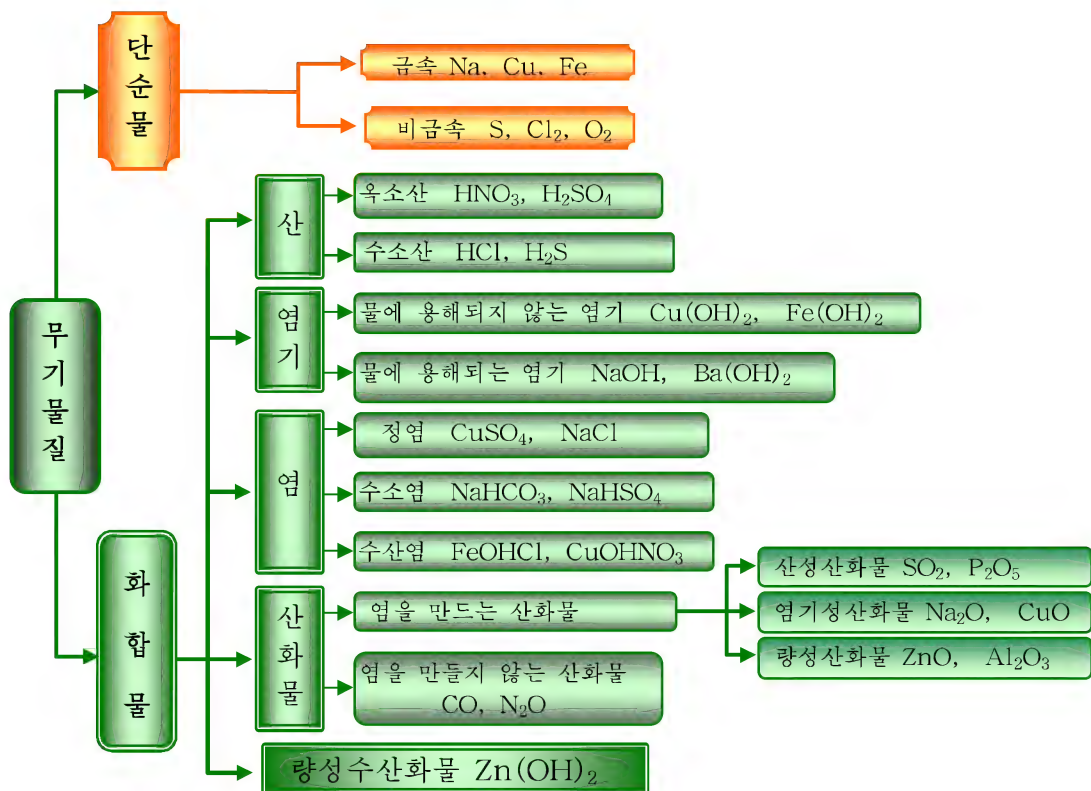
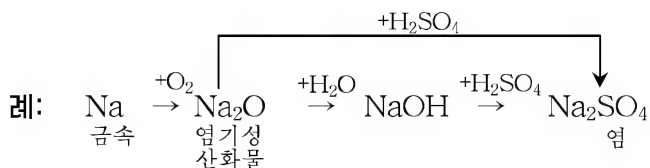


그림 4-6. 무기물질의 분류

무기물질부류들사이의 호상관계

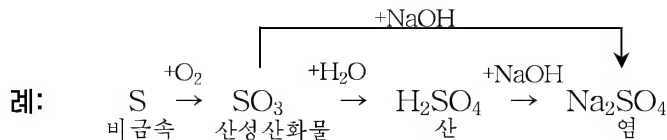
① 금속, 염기성산화물, 염기, 염은 그 화학성질에 의하여 서로 연관되어있다.

단순물인 금속이 산화되면 염기성산화물이 되고 염기성산화물이 물과 반응하면 수산화물인 염기로 된다. 이 염기가 산과 반응하면 염으로 된다. 그리고 염기성산화물이 산과 반응하여도 염이 된다.

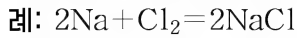


② 비금속, 산성산화물, 산, 염은 그 화학성질에 의하여 서로 연관되어있다.

단순물인 비금속이 산화되면 산성산화물이 되고 산성산화물이 물과 반응하면 산이 된다. 이 산이 염기와 반응하면 염이 된다. 그리고 산성산화물이 염기와 반응하여도 염이 된다.



③ 단순물인 금속과 비금속이 직접 반응하면 염이 된다.



④ 염기성 산화물과 산성 산화물이 직접 반응하여도 염이 된다.



이밖에도 무기물질부류들사이의 호상작용으로 염이 얻어지는 경우가 많다.

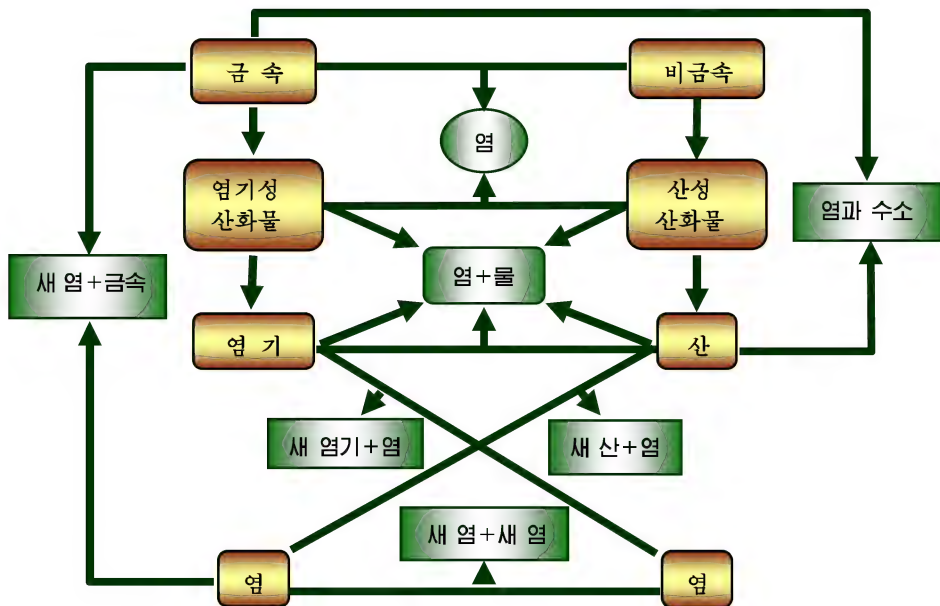


그림 4-7. 무기물질부류들사이의 호상관계

문 제

1. 다음 물질들을 혼합물과 순수한 물질, 단순물과 화합물, 옥소산과 수소산, 염기와 염기성 산화물, 산성 산화물 그리고 전해질과 비전해질로 분류하여라.

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 염산 | ② 염화수소 | ③ 소금결정 | ④ 소금용액 |
| ⑤ 공기 | ⑥ 수소 | ⑦ 탄산가스 | ⑧ 산화동 |
| ⑨ 초산 | ⑩ 식초 | ⑪ 묽은 류산 | ⑫ 가성소다 |
| ⑬ 묽은 질산 | ⑭ 브롬화수소 | ⑮ 산소 | ⑯ 일산화탄소 |
| ⑰ 요드 | ⑱ 생석회 | | |

2. 산소, 염산, 가성소다, 철, 석회석이 있다. 이 물질들을 반응물로 하여 아래의 요구에 따르는 반응을 화학방정식으로 나타내어라.

ㄱ) 화합 ㄴ) 치환 ㄷ) 분해 ㄹ) 중화

3. Zn, H₂SO₄, Cu(OH)₂을 원료로 하여 동을 만드는 반응을 두가지 방법으로 나타내어라.

4. 검은색고체 A와 염산, 붉은 류산이 반응하여 각각 B와 D를 만들었다. 그리고 B와 NaOH가 반응하여 푸른색침전물 E가 생겼다. E는 질산, 류산과 반응하여 C와 D를 만들었다.

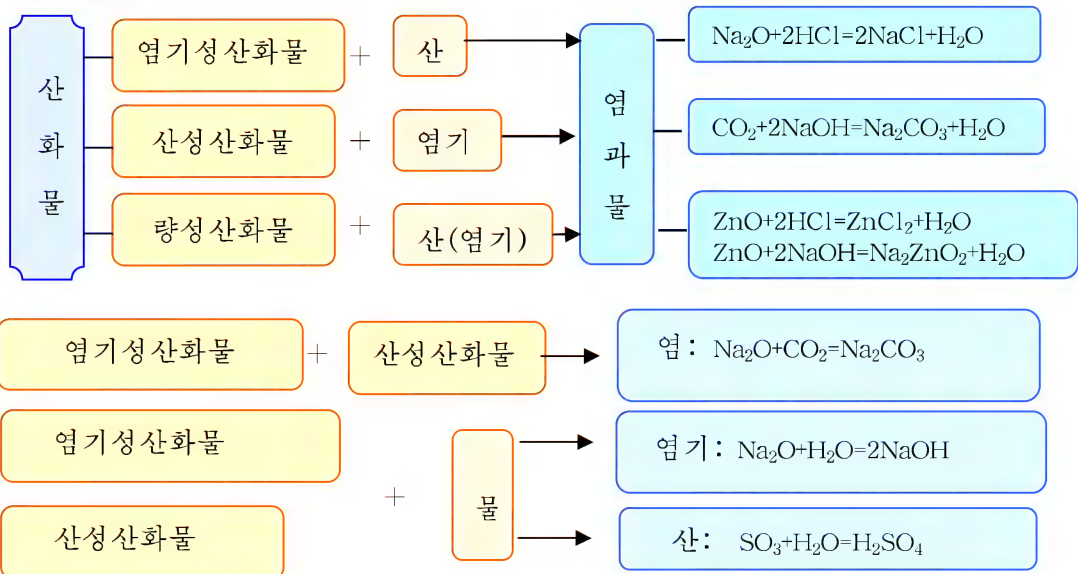
① A, B, C, D, E의 화학식과 이름을 쓰라.

② 아래 반응의 화학방정식과 이온방정식을 쓰라.

B→E, E→D, E→C, B→C

장 종 합

산화물의 성질



원소주기표에서 산화물, 수산화물의 성질변화

족 주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																
1	<div><div>↓</div><div>염기성이 세지고</div></div>	<div><div>산성이 약해진다</div><div>↓</div></div>																<div><div>↑</div><div>염기성이 세진다</div></div>																
2																																		
3																																		
4																																		
5																																		
6																																		
7																																		
<div><div>←</div><div>염기성이 세지고 산성이 약해진다</div><div>→</div></div> <div><div>↑</div><div>염기성이 약해지고 산성이 세진다</div></div>																																		

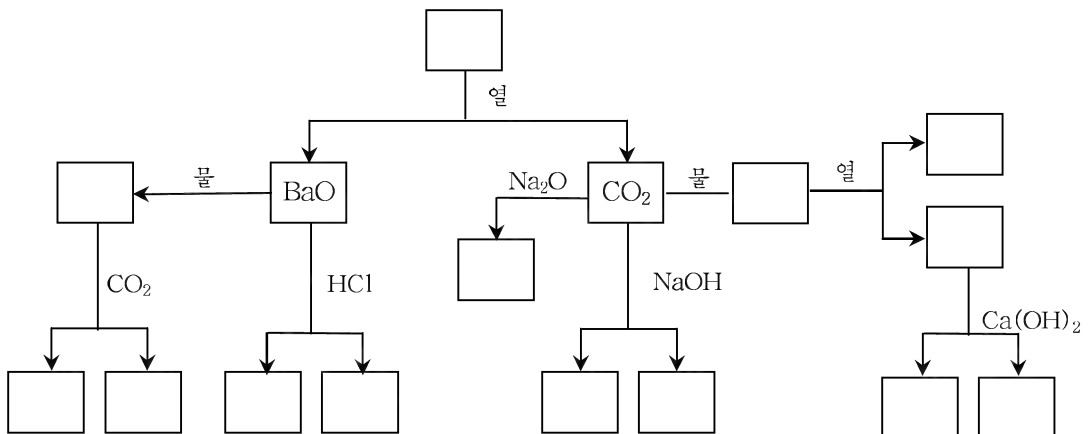
복습문제

1. 아래의 내용에서 정확한것은 ()이다.
 - ① 모든 비금속원소들의 산화물은 산성산화물이다.
 - ② 모든 산성산화물은 물과 직접 반응하여 옥소산을 만든다.
 - ③ 모든 염기성산화물은 물과 직접 반응하여 염기를 만든다.
 - ④ 모든 비금속산화물이 언제나 염기와 반응하여 염을 만들수 있는것은 아니다.
2. 아래의 물질들을 공기중에 오래 놓아둘 때 질량이 증가하며 그것이 화학변화로 되는 것은 ()이다.

ㄱ) 소금 ㄴ) 생석회 ㄷ) 질은 염산 ㄹ) 가성소다
3. 산화칼시움을 물에 용해시킬 때 뜨거워지는 원인과 석회유에 피부가 트는 원인을 설명하여라.
4. 가성소다와 생석회로 된 혼합물(소다석회)은 건조제로 쓰인다. 이 성질을 리용하여 아래의 기체들을 말리울수 있는것은 ()이다.

ㄱ) CO ㄴ) SO₂ ㄷ) CO₂ ㄹ) H₂
5. 아래의 물질들가운데서 수소기체속의 H₂O와 CO₂을 없애는데 리용할수 있는 물질은 ()이다.

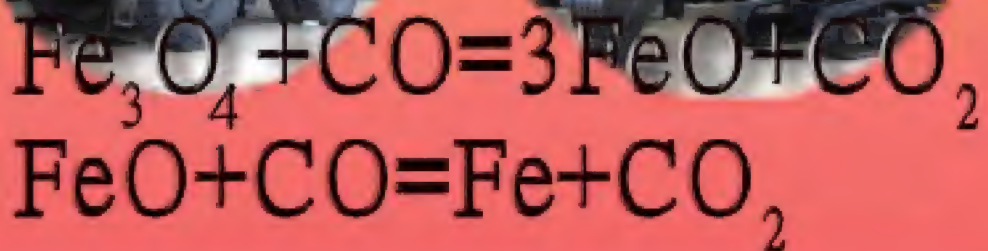
ㄱ) 소다석회 ㄴ) 수증기 ㄷ) 오산화린 ㄹ) 염화칼시움 ㅁ) 류산동
6. 충분한 량의 묽은 염산을 적은 량의 은가루, 산화동, 산화마그네시움, 철가루의 혼합물이 들어있는 시험관에 넣고 가열한 다음 려과하였다. 려지우에 남은 물질은 무엇이고 려액에 들어있는 물질은 무엇인가? 화학방정식으로 나타내어라.
7. 다음의 빈칸에 알맞는 화학식을 써넣어라.



8. 표준조건에서 수산화바리움용액에 공기를 1m³ 불어넣은 결과 2.64g의 탄산바리움이 생겼다. 공기속에 있는 이산화탄소의 체적 %는 얼마인가? (답. 0.03%)
9. 순수한 산화칼시움가루를 순수한 물에 용해시켜 1L로 되게 하였다. 그 수용액 100mL를 충분히 중화하는데 0.1mol/L 염산 10mL가 들었다. 용해시킨 산화칼시움의 질량은 얼마인가? 한개 선택하여라.
ㄱ) 0.014g ㄴ) 0.028g ㄷ) 0.056g ㄹ) 0.14g ㅁ) 0.28g ㅂ) 0.56g
10. 2.32g의 금속산화물을 수소로 환원시켜 1.68g의 금속 M이 얻어졌다. 이 금속의 원자량을 56이라고 하면 산화물의 화학식은 ()이다.
ㄱ) MO₂ ㄴ) M₃O₄ ㄷ) M₂O₃ ㄹ) MO

산화환원반응

산화와 환원
산화환원반응
산화제와 환원제
산화환원방정식 세우기
선철, 강철



제5장. 산화환원반응

우리 생활에 이용되는 물질들은 어느것이든 다 화학반응에 의하여 만들어진다. 그러므로 화학반응의 본질과 그 특성을 밝히는것은 물질생산을 위한 매우 중요한 문제이다. 이 장에서는 물질생산 및 변화에서 전자의 이동과 관련한 화학반응에 대하여 학습하게 된다.

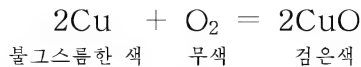
제1절. 산화와 환원

산화

석탄이나 나무가 불타는것은 공기중의 산소와 화합하는 과정이며 철이 녹스는 과정도 산소와의 작용결과이다.

흔히 물질이 산소와 결합하여 산화물을 만드는 반응을 산화라고 부른다.

동을 산소와 작용시키면 산화동이 생긴다. (그림 5-1)



CuO는 Cu^{2+} 와 O^{2-} 로 이루어진 이온화합물이다.

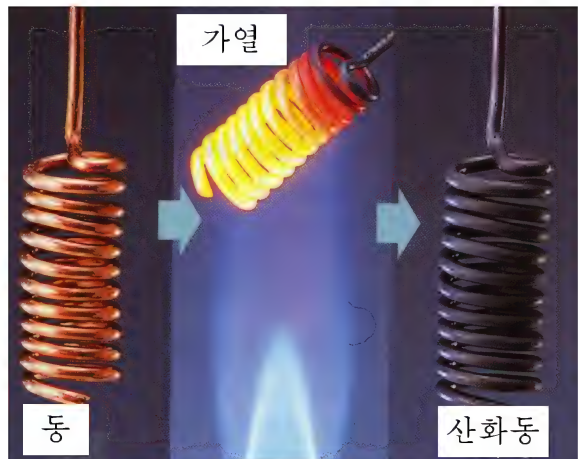
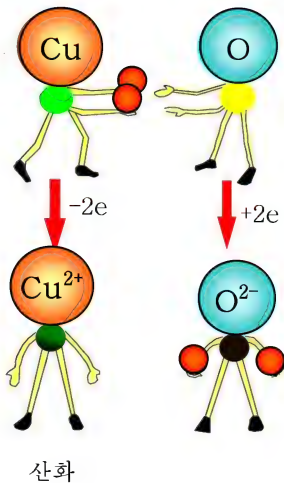
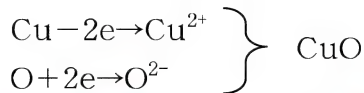
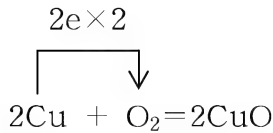
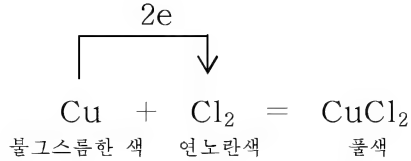


그림 5-1. 동의 산화

반응과정에 동원자는 산소원자에 전자를 내준다.



빨강계 달걀 동을 염소기체 속에 넣으면 염화동이 생긴다.

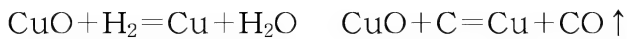


이 반응에서도 산소와의 반응에서와 마찬가지로 동원자는 전자를 내준다. 여기로부터 원자나 이온이 전자를 내주는 과정을 **산화**라고 말할수 있다.

② 원자에서 전자가 떨어져나가는 과정을 다 산화라고 말할수 있는가?

환원

산화동 CuO와 산화연 PbO와 같은 금속산화물을 수소기체 또는 숯가루와 함께 열주면 금속으로 변화된다.



이것은 산화의 반대로서 Cu^{2+} 가 수소나 탄소로부터 전자를 받아 본래상태로 되돌아가는 과정이다.

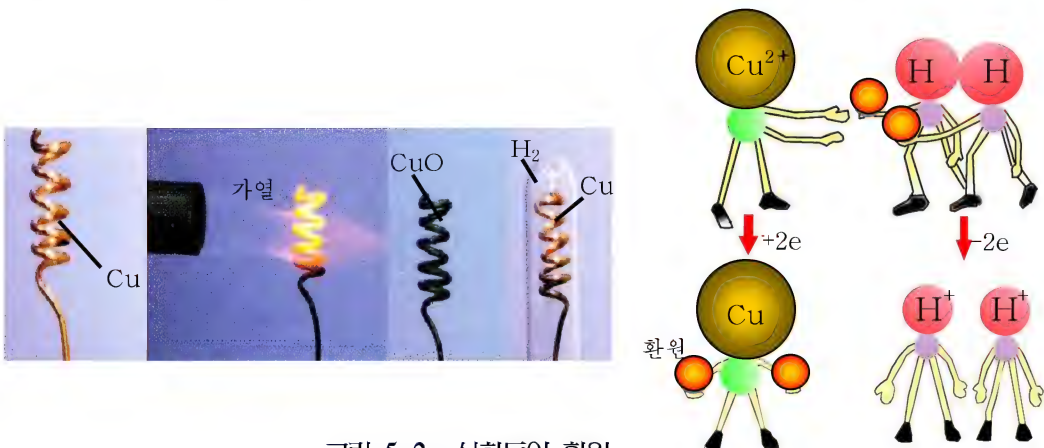
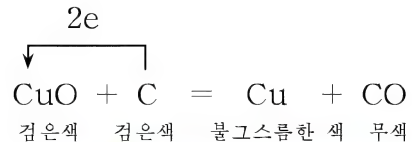
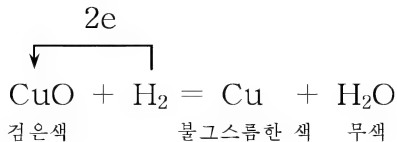
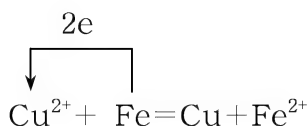
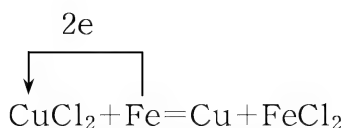


그림 5-2. 산화동의 환원

한편 염화동용액에 철을 넣으면 철겉면에 동이 나붙는다. 용액에 있는 Cu^{2+} 은 Fe로부터 전자를 받아들여 Cu로 된다.



전자를 받아들여 본래 상태로 되돌아가는 과정을 환원이라고 부른다.

환원은 원자나 이온이 전자를 받아들이는 과정이다. 반응에서 산화와 환원은 언제나 함께 일어난다. 그것은 전자를 내주는 과정이 있으면 그 전자를 받아들이는 과정이 있어야 하기 때문이다.

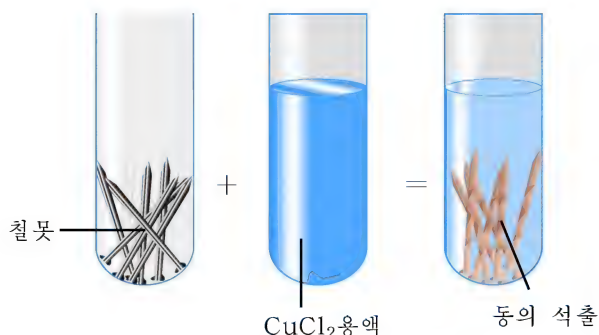
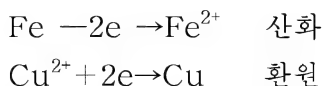
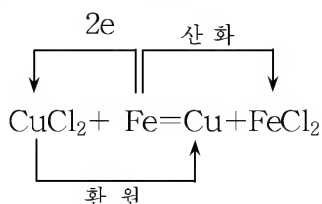


그림 5-3. 염화동용액으로부터 동의 석출

㉠ 화합물로부터 단순물이 생기는 과정을 환원과정이라고 말할수 있는가?

위의 반응에서 보는것처럼 산화와 환원은 한 반응안에서 함께 일어난다.

문 제

1. 다음의 반응에서 산화와 환원을 밝혀라.

- | | |
|-------------------|----------------|
| ㄱ) 마그네시움의 연소반응 | ㄴ) 아연과 염산과의 반응 |
| ㄷ) 마그네시움과 요드와의 반응 | ㄹ) 나트륨의 연소반응 |
| ㅁ) 질산은과 동과의 반응 | |

2. 나트륨 46g을 충분한 염소와 작용시켜 염화나트륨을 얻었다. 이때 이동하는 전자수는 얼마인가? (답. 2mol)

3. 염산에 아연을 넣으면 수소기체가 나온다. 1mol/L의 HCl 100mL로부터 수소 몇L(표준조건에서)를 얻을수 있으며 수소가 받은 전자수는 얼마인가?

(답. 1.12L, 0.1mol)

제2절. 산화환원반응

산화수

NaCl과 같은 이온성물질이 생기는 반응에서는 전자의동이 명백하다. 그러나 H_2 과 Cl_2 로부터 HCl이 생길 때에는 공유결합이 이루어지므로 산화되었는가 환원되었는가를 가려보기 힘들다.

이 경우에도 Cl의 전기음성도는 3.0으로서 H의 전기음성도 2.1보다 크므로 공유전자쌍은 염소원자가 끌어당기게 된다. 즉 전자쌍이 한쪽으로 쏠린다.

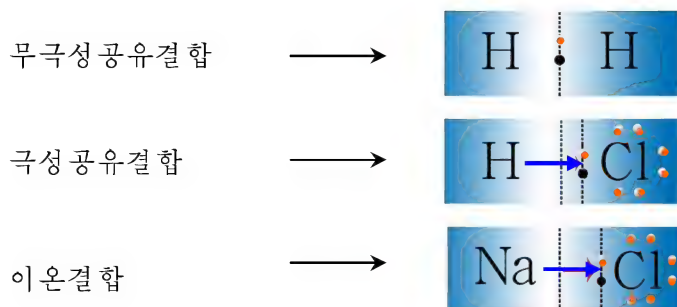


그림 5-4. 화학결합에서 전자의 이동

공유전자쌍이 수소원자에서 염소원자쪽으로 쏠렸다는것을 수소원자로부터 염소원자쪽으로 전자가 옮겨졌다고 생각할수 있다. 이렇게 되면 이온화합물에서처럼 전자의이동으로 산화와 환원을 알아볼수 있다. 이를 위하여 받아들인 개념이 산화수이다.

물질을 이루고있는 원소의 원자들사이에서 전기음성도차에 의해 공유전자쌍이 한쪽으로 완전히 쏠렸다고 생각할 때 원소의 원자가 주고받은 전자수를 **산화수**라고 부른다.

산화수는 다음과 같이 정한다.

① 모든 단순물에서 원소의 산화수는 0이다.

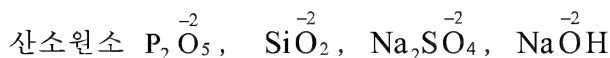
예: 동, 흑연, 산소, 오존(O_3)에서 원소 Cu, C, O의 산화수는 모두 0(영)이다.

② 단원자이온인 경우 그 이온의 이온가가 그대로 산화수로 된다.

③ 모든 화합물에 들어있는 1족원소들의 산화수는 +1, 2족원소들의 산화수는 +2이며 산소의 산화수는 -2이다.

예: 1족원소 K_2O , Na_2SO_4 , $LiNO_3$, H_2O , $NaOH$

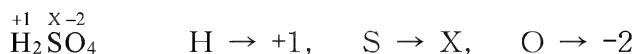
2족원소 CaO , $MgSO_4$, $BaCl_2$



※ 금속수소화합물 MHx 에서 수소의 산화수는 -1이며 과산화물에서 산소의 산화수는 -1이다.

④ 화합물에 들어있는 모든 원소의 원자들의 산화수총합이 0(영)이라는데 기초하여 원소의 산화수를 알아볼수 있다.

예: 류산 H_2SO_4 에서 류황의 산화수를 결정하여라.

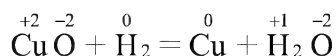


(H원소의 산화수)×원자수+(S원소의 산화수)×원자수+(O원소의 산화수)×원자수=0

$$(+1) \times 2 + X \times 1 + (-2) \times 4 = 0, \quad X = +8 - 2 = +6, \quad \text{H}_2\text{SO}_4$$

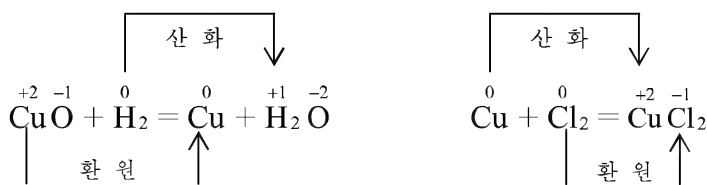
산화환원반응

산화동과 수소와의 반응을 산화수변화로 살펴보자.



반응에서 Cu의 산화수는 +2로부터 0으로 작아지고 H의 산화수는 0으로부터 +1로 커졌다. 전자의 이동의 견지에서 보면 산화수가 커진다는것은 전자를 내준다는것이며 산화수가 작아진다는것은 전자를 받아들인다는것이다.

그러므로 **산화**는 원소의 산화수가 커지는 과정이며 **환원**은 원소의 산화수가 작아지는 과정이다.



반응하는 물질들사이에서 전자의 이동이 있는 반응(또는 산화수변화가 있는 반응)을 산화환원반응이라고 부른다.

⑦ 원자의 전자적구조로 볼 때 원소의 산화수는 어떤 범위에서 변화되겠는가?



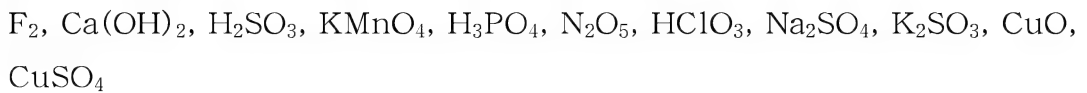
화학식과 산화수 표시

화학식에서 같은 원소기호가 따로따로 표시되었을 때에는 산화수를 따로따로 표시한다.



문 제

1. 다음의 물질들에서 매 원소의 산화수를 결정하여라.



2. 다음 물질들사이의 반응을 화학방정식으로 쓰고 산화환원반응을 지적하여라.

- ㄱ) 수산화칼슘과 이산화탄소와의 반응
- ㄴ) 탄산칼슘과 류산과의 반응
- ㄷ) 염산과 철과의 반응
- ㄹ) 염소와 수소와의 반응
- ㅁ) 질산은과 철과의 반응

3. 농촌들에서는 메탄가스화를 널리 받아들이고있다. 메탄(CH_4)을 연소시키면 탄산가스와 물이 생긴다. 다음의 물음에 대답하여라.

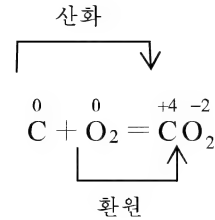
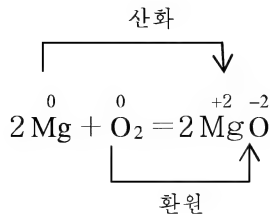
- ① 표준조건에서 4m^3 의 메탄을 연소시킬 때 공기 몇 m^3 가 필요하겠는가?
- ② 메탄은 산화되는가 환원되는가?
- ③ 4m^3 를 연소시킬 때 옮겨지는 전자수는 얼마인가?

(답. 38.1m^3 , 1 428.57mol)

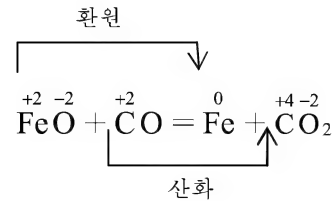
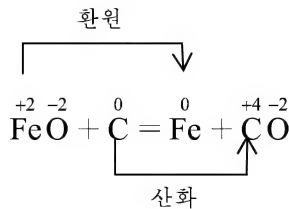
제3절. 산화제와 환원제

산화제와 환원제란 무엇인가

축포가 터질 때 마그네슘이 연소되는 것과 석탄이 연소되는 반응은 단순물이 참가하는 산화환원반응이다.



산화환원반응은 화합물과 단순물, 화합물과 화합물들사이에서도 일어난다.



반응에서 O₂, FeO와 같이 다른 물질을 산화시키는 물질을 산화제, Mg, C, CO와 같이 다른 물질을 환원시키는 물질을 환원제라고 부른다.

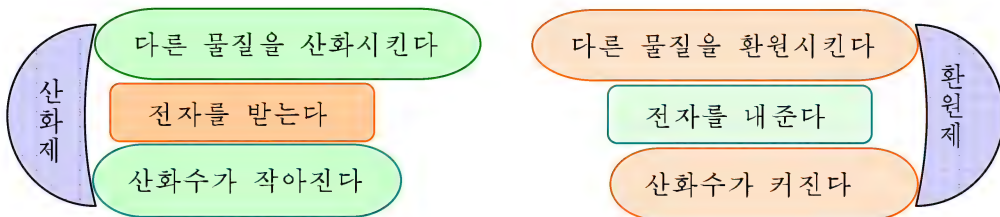
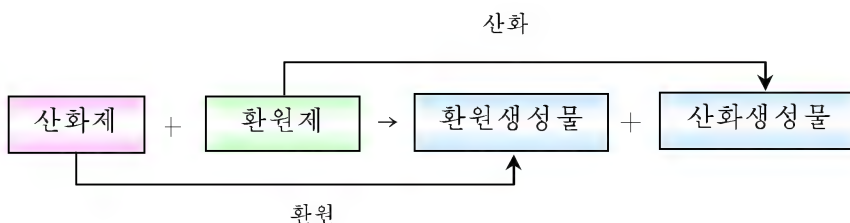


그림 5-5. 산화제와 환원제

산화환원반응은 산화제와 환원제사이의 반응이다.



② $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{열}} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ 과 $2\text{HgO} \xrightarrow{\text{열}} 2\text{Hg} + \text{O}_2$ 을 산화제와 환원제사이의 반응

이라고 말할수 있는가?

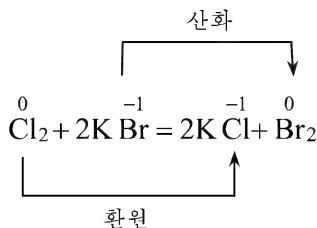
단순물의 산화환원능력

산화제, 환원제의 세기는 반응하는 물질에 따라 달라진다.

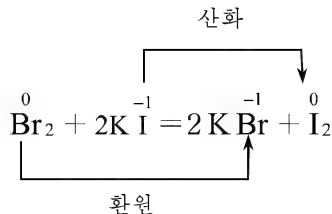
그러므로 물질의 한가지반응을 놓고 산화제의 능력, 환원제의 능력을 평가할수 없다.

할로젠단순물의 산화제적능력을 보자.

브롬화칼리움용액에 염소수를 작용시키면 붉은밤색의 브롬이 생긴다



요드화칼리움용액에 브롬수를 작용시키면 보라색의 요드가 생긴다.



염화칼리움용액에 브롬수를 작용시키면 반응이 일어나지 않는다.



염소 Cl_2 은 Br^- 를 산화시킬수 있지만 반대로 Br_2 은 Cl^- 을 산화시킬 능력이 없다.

그러나 Br_2 은 I^- 을 산화시킨다. 이것은 Br_2 이 Cl_2 보다는 산화제적능력은 약하지만 I_2 보다는 세다는것을 보여준다.

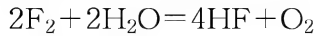
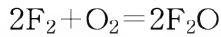
즉 산화제적능력은 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ 이다.

대표적인 단순물산화제들인 불소(F_2), 산소(O_2), 염소(Cl_2), 브롬(Br_2)가운데서 불소의 산화제적능력이 제일 세다.

③ 비금속은 산화제라고 말할수 있는가?

산화제와 환원제는 반응에 따라 달라진다.

실제로 산산화제라고 하는 산소도 불소와 반응할 때에는 환원제로 된다.



대표적인 비금속환원제는 H_2 , C이다.

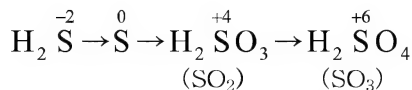
금속은 화학반응에서 환원제로만 작용한다. 금속의 환원제적능력은 금속의 활성차레와 같다.

K Ca Na Mg Al Mn Zn Fe Ni Sn Pb (H_2) Cu Hg Ag Pt Au
활성이 큰 비금속일수록 산화제적능력이 크고 활성이 큰 금속일수록 환원제적능력이 크다.

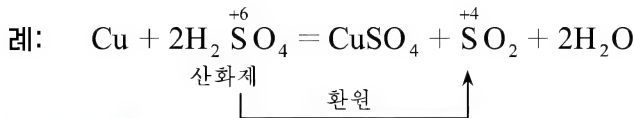
화합물의 산화환원능력

화합물의 산화환원능력은 화합물을 이루고있는 중심원소의 산화수에 의하여 평가할 수있다.

류황은 화합물에 따라 -2, 0, +4, +6의 산화수를 가진다.

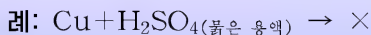


S의 최대산화수는 +6이며 이때에 류황은 전자를 더는 내줄수 없으며 받아들일수만 있다. 그러므로 S가 +6의 산화수를 가지는 질은 류산은 산화제로만 작용한다.

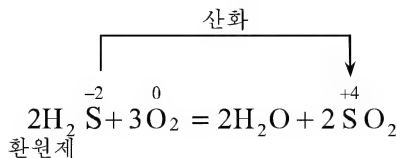


산화제평가

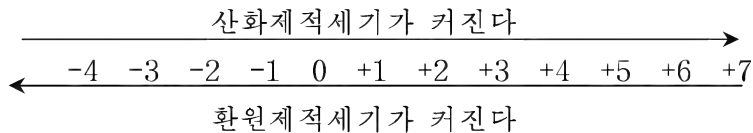
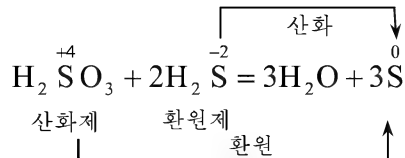
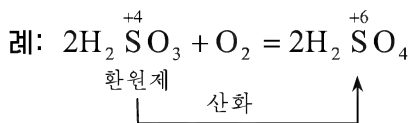
화합물에서 중심원소의 산화수만을 보고 산화제인가 아닌가를 평가할수 없다. 그것은 산화환원반응이 일어나는것은 조건에 따라 달라지기때문이다.



반대로 H_2S 의 경우에는 류황의 산화수가 -2이므로 전자를 더 받아들일수 없고 전자를 내줄 능력만 있으므로 환원제로만 작용할수 있다.



S의 산화수가 0 또는 +4인 경우(S , SO_2) 어떤 물질과 반응하는가에 따라 산화제로도 환원제로도 작용할수 있다.



대표적산화제: H_2O_2 , HNO_3 , 짙은 H_2SO_4 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KClO_3 , HClO

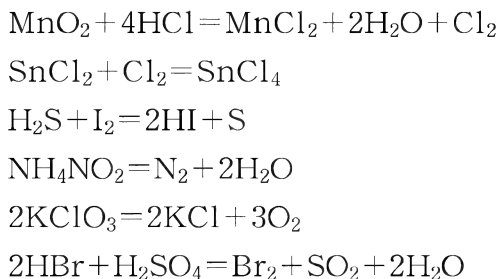
대표적환원제: CO , $\text{FeSO}_4(\text{Fe} \xrightarrow{+2} \text{Fe}^{+3})$, $\text{SnCl}_2(\text{Sn} \xrightarrow{+2} \text{Sn}^{+4})$

문 제

1. 다음의 반응에서 일어날수 있는 반응을 갈라내고 반응방정식을 완성하여라.



2. 다음의 반응에서 산화제, 환원제를 갈라내어라.



3. 다음 표현들에서 옳고 그른것을 찾고 그 이유를 말하여라.

- ㄱ) 비금속은 금속과의 반응에서 산화제로만 작용한다.
- ㄴ) 수소는 모든 단순물과의 반응에서 환원제로 작용한다.
- ㄷ) 불소의 산화제적세기가 제일 크다고 하는것은 불소의 화합물에서 +산화수를 가지지 못하기때문이다.
- ㄹ) 산소가 불소 다음으로 산화제적세기가 크다고 하는것은 불소와의 화합물을 제외한 모든 화합물에서 -2, -1의 산화수만을 가지기때문이다.

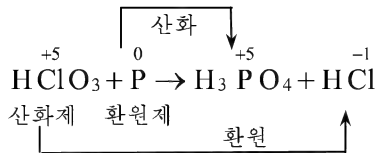
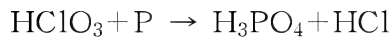
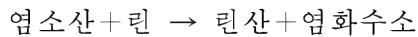
제4절. 산화환원방정식세우기

산화환원방정식의 결수맞추기는 산화제가 받은 전자수와 환원제가 내준 전자수가 같다는 원리에 기초한다.

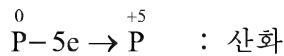
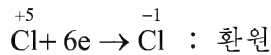
산화환원방정식의 결수맞추기순서는 다음과 같다.

- ① 반응물과 생성물의 화학식을 쓰고 산화수변화가 있는 원소들을 찾아 산화제와 환원제를 가른다.

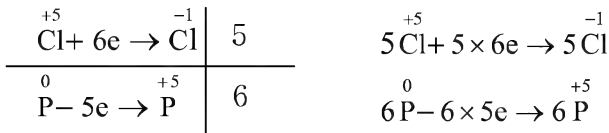
예: 염소산과 린이 반응하여 린산과 염화수소가 생기는 반응



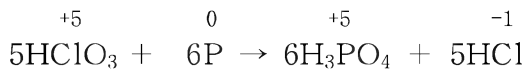
- ② 산화수변화가 있는 원소들로 산화와 환원과정을 전자방정식으로 나타낸다.



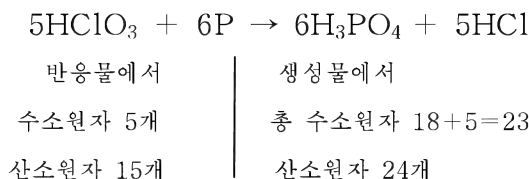
- ③ 주고받은 전자수가 같아지도록 결수를 고른다.



- ④ 방정식의 양쪽에서 산화수변화가 있는 원소의 원자개수를 맞춘다.



- ⑤ 나머지 원소의 원자수를 맞춘다.

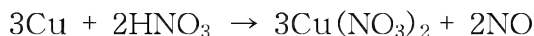
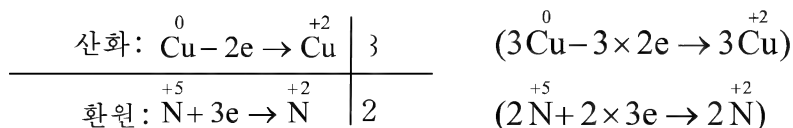
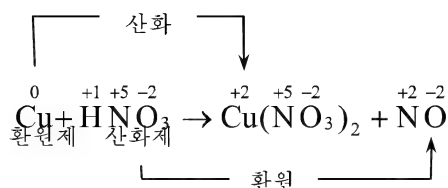
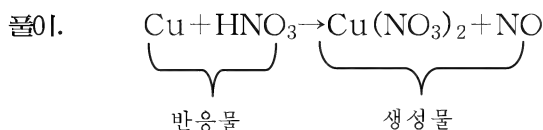


반응물과 생성물에서 차이나는 수소원자 18개, 산소원자 9개는 반응이 수용액에서 진행되므로 물분자로 맞춘다. 즉 $9\text{H}_2\text{O}$

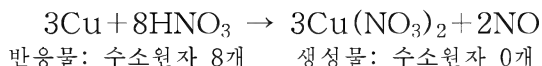
⑥ 모든 원자수가 같으면 갈기부호로 표기한다.



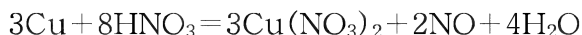
례: 붉은 질산과 동과의 반응에서 질산동과 일산화질소가 생긴다. 산화환원방정식을 세워라.



이 가운데서 $3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 에 들어있는 6개의 NO_3^- 은 산화수변화가 없이 HNO_3 에서 NO_3^- 이 그대로 넘어온것이다. 그러므로 2HNO_3 에 6HNO_3 을 더해서 나타내야 한다.

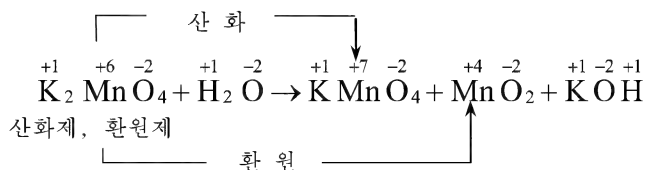


부족한 수소원자수를 물분자로 나타내면 갈기식이 성립된다.

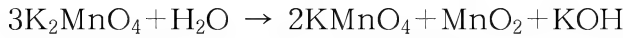
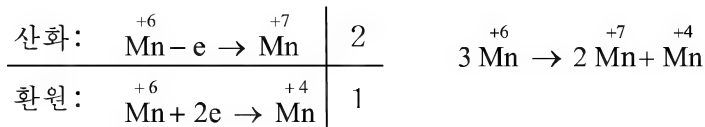


례: 반응 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$ 의 방정식세우기

풀이



한가지 물질이 산화제로도 되고 환원제로도 되는 반응을 자체 산화환원반응이라고 부른다.



반응물: K-6개 | 생성물: K-3개

여기서 KMnO_4 의 계수 2는 변화시킬수 없다.

KOH 의 계수로써 칼륨원자의 수를 맞춘다.

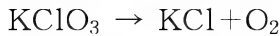
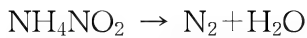


모자라는 수소 또는 산소원자의 수를 물로 맞춘다.

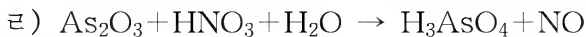
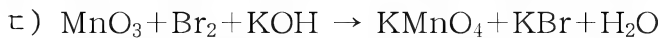
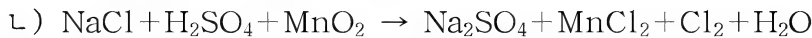
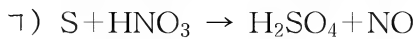


문 제

1. 다음의 산화환원반응들에서 같은 종류의 반응들을 갈라보아라.



2. 다음의 산화환원반응의 방정식을 완성하여라.



3. 질은 염산에 이산화망간 4.35g을 넣고 열주면 염소가 생긴다. 표준조건에서 염소 몇L가 생기겠는가? (답. 1.12L)

제5절. 선철, 강철

철은 자연계에서 화합물상태로 존재한다.

바위상태로 존재하는 철의 화합물을 철광석 또는 쇠돌이라고 부른다.

철광석의 종류에는 자철광(Fe_3O_4), 적철광(Fe_2O_3), 갈철광($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 롱철광(FeCO_3) 등이 있다.

철을 얻기 위하여 쇠돌속에 들어있는 모래와 같은 불순물을 갈라내는것을 **선광**이라고 부른다.

선철만들기

철은 철광석을 탄으로 환원하여 만든다. 이때의 철에는 탄소가 탄화철 Fe_3C 형태로 들어있는데 탄소함량이 2~5%이면 **선철**이라고 부른다.

선철원료는 적철광 Fe_2O_3 또는 자철광 Fe_3O_4 이다. 철광석속에는 맥석이라고 하는 SiO_2 이 들어있다. 이것을 없애기 위하여 석회석 CaCO_3 을 리용한다. 선철생산은 용광로에서 진행한다.

원료는 용광로윗부분으로 넣어주며 용광로아래부분에서 공기를 불어넣는다.

용광로에서 일어나는 반응은 다음과 같다.

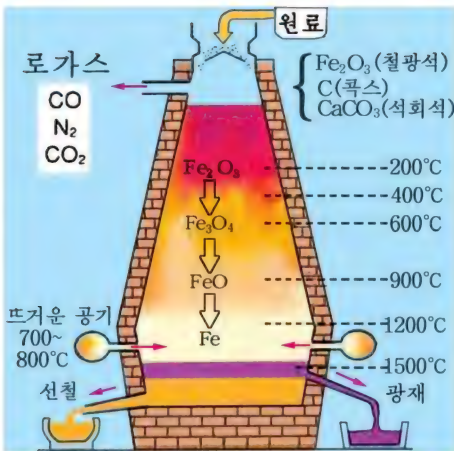
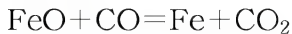
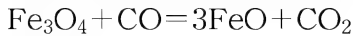
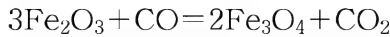


그림 5-6. 용광로

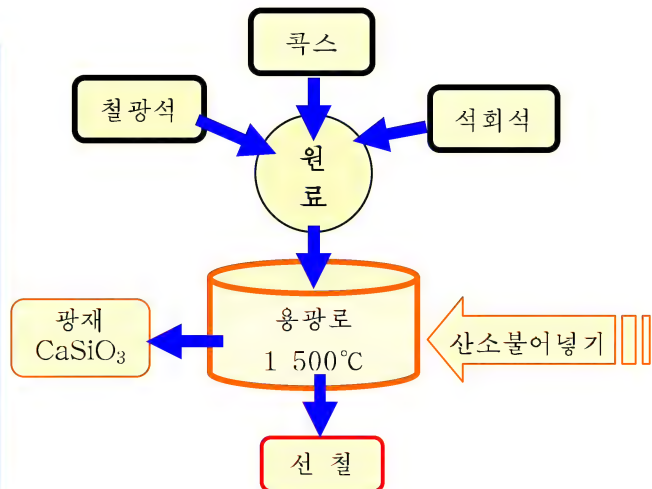
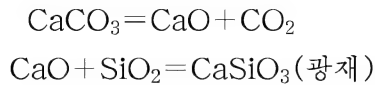


그림 5-7. 선철생산공정도

생긴 철은 녹아서(1 200℃) 로밀에 고인다.

일부 철은 탄소와 반응하여 Fe_3C 로 되어 쇠물속에 용해된다.

한편 석회석은 분해되어 다음과 같이 반응한다.



생긴 광재(CaSiO_3)는 녹아서 쇠물우에 뜨는데 윗부분으로는 CaSiO_3 을 뽑아내고 아래부분으로는 선철을 뽑아낸다.

철광석으로부터 선철을 생산하는 공장이 제철소이다.

선철은 녹음점이 낮고 잘 흐르는 성질이 있어 주물품을 만드는데 쓴다. 약점은 충격을 주면 깨지는 성질이 있다.



산소열법에 의한 선철생산

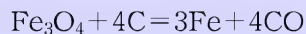
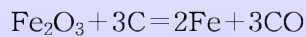
경애하는 수령 김일성대원수님께서서는 일찌기 우리 나라에서 나오는 석탄으로 선철을 생산할데 대한 간곡한 가르치심을 주시었다.

위대한 령도자 김정일원수님께서서는 어버이수령님의 유훈관철에로 우리의 과학자, 기술자들을 힘있게 불려일으키시여 산소열법에 의한 선철만들기방법을 성공시켜주시었다.

산소열법에 의한 선철만들기는 콕스대신 석탄을 리용하며 산소를 불어넣어 석탄이 탈 때 생기는 높은 열로 쇠돌을 녹여 철을 만드는 방법이다.

이때 리용되는 용해로는 용광로보다 작은 중형로이다. 잘게 바순 쇠돌, 석탄, 석회석을 일정한 비율로 섞어 로꼭대기에 있는 장입구로 넣고 로밑으로는 산소가 60% 들어있는 공기-산소혼합기체를 일정한 압력으로 불어넣는다.

용해로에서 진행되는 반응은 다음과 같다.



얻어진 쇠물은 로밑통에 모여 일정한 시간간격으로 뽑아낸다.

쇠돌과 석탄이 반응할 때 생기는 CO는 로의 중간아래부분에서 불어넣는 산소와 반응하여 CO_2 로 되면서 많은 열을 낸다. 이 반응이 일어나는 부분의 온도는 1 600 ~ 1 800℃로서 혼합물이 끓을 때 튀어올라오는 알갱이들을 활성화시켜 반응이 빨리 일어나게 한다.

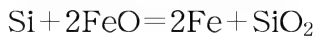
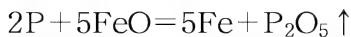
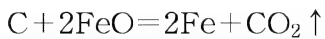
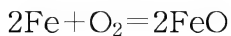
강철만들기

강철을 만드는 원료는 선철, 삼화철, 파철이다.

선철속에는 C, Si, P 등이 들어있으므로 이것을 없애기 위하여 산소를 불어넣어 산화물로 제거한다.

제철소에서는 강철을 만들기 위하여 1 500℃의 용광로에서 쇠물을 뽑아 전로에 넣고 주기적으로 흔들어주면서 산소를 불어넣어준다. (그림 5-8)

이때 다음의 반응이 일어난다.



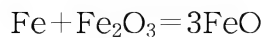
생겨난 SiO_2 을 없애기 위하여 석회석가루를 조금씩 넣어준다.

그러면 CaSiO_3 이 생겨 쇠물우에 뜬다.

강철을 전문적으로 생산하는 제강소에서는 제철소와 달리 원료로서 삼화철, 파철을 리용한다.

철광석덩어리나 가루를 석회석, 석탄과 섞어서 회전로에서 1 300℃로 구워내면 반용융상태의 삼화철이 생긴다. 산화제로서는 철광석 또는 파철겔면의 산화철을 리용한다.

파철을 녹이기 위하여 전기용접처럼 전극을 접촉시켜 높은 열을 얻는 전기로를 리용한다. (그림 5-9) 철광석이나 철겔면에 생긴 녹의 주성분은 Fe_2O_3 이다.



이렇게 생긴 FeO가 선철속에 들어있는 C, Si, P를 제거한다. 전기로에서는 여러가지 금속을 넣어 특수강도 뽑는다.

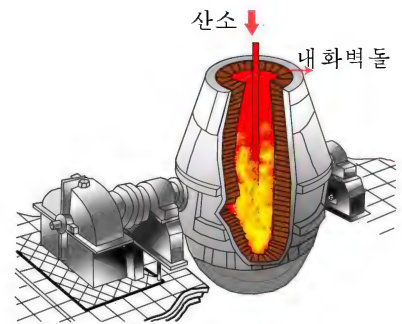


그림 5-8. 전로

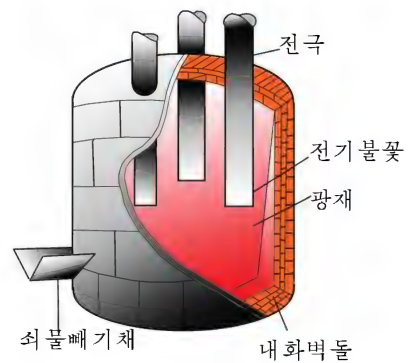


그림 5-9. 전기로



초고전력에 의한 강철생산

위대한 령도자 김정일원수님의 현명한 령도에 의하여 강선의 로동계급은 자체의 힘으로 초고전력전기로를 훌륭히 완성하였다.

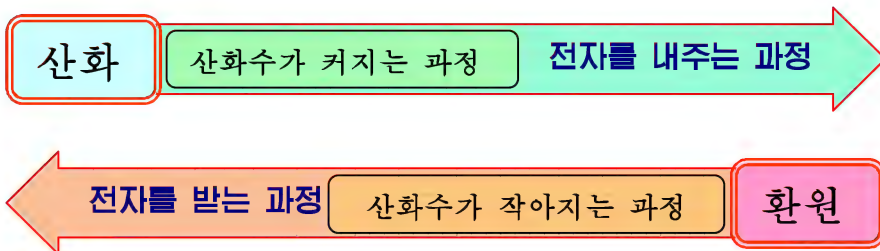
초고전력에 의한 강철생산은 일반전기기로에 비하여 단위시간당 투입되는 전력량을 약 2배로 높여 용해시간을 대폭 줄이고 생산성을 훨씬 높여 강철 t당 전력소비량을 줄이는 방법이다. 전기로는 투입되는 전력에 따라 일반전기기와 고전력전기기로, 초고전력전기기로 나눈다. 투입전력은 로에 리용되는 변압기용량(kVA)을 로의 크기(1회 생산량 t)로 나눈 값이다. 이 값이 700kVA/t 이상인 전기기로를 초고전력전기기로라고 부른다. 초고전력전기로는 제강시간이 8~10h인 일반전기기로에 비하여 1~1.5h밖에 되지 않으며 전력소비는 일반전기로의의 50%, 전극과 내화물소비는 30%밖에 되지 않는다.

문 제

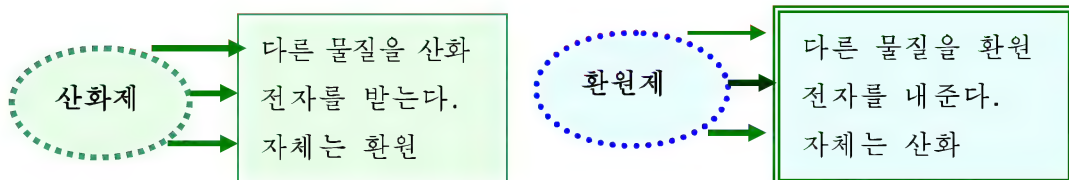
1. 숯을 써서 철을 생산하면 질이 좋은 철이 얻어진다. 그런데 환원제로 탄을 리용하는것은 무엇때문인가?
2. 환원제로 탄이나 일산화탄소를 쓰지 않고 철을 만들수 있는 방정식을 2가지 써보아라.
3. 철 10만t을 생산하자면 품위가 60%인 자철광 몇t이 필요하며 이때 95%품위의 석탄은 얼마나 들겠는가? (답. 23만t, 1.5만t)

장 종 합

산화환원반응—반응하는 물질들사이에 전자기동이 있는 반응



-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
산화수의 변화 범위											



산화환원방정식세우기원리:
환원제가 내준 전자수 = 산화제가 받은 전자수

복습문제

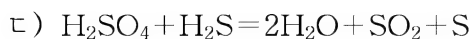
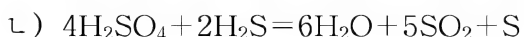
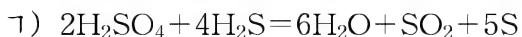
1. 아래의 물질에서 질소의 산화수가 제일 작은 물질을 지적하여라.

N_2O , MgNH_4PO_4 , N_2H_4 , HNO_2

2. 아래의 물질들 가운데서 전형적인 산화제, 전형적인 환원제로 작용할수 있는것을 찾고 그것을 방정식으로 나타내어라.

NaCl , Cl_2 , H_2SO_4 , Al , H_2O , H_2O_2 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, HCl

3. 다음의 방정식에서 정확한것을 찾아내어라.



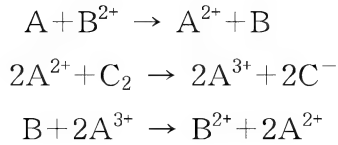
4. 다음의 산화환원방정식을 완성하여라.



5. Na_2S_x 에서 x 는 2~6의 값을 가진다.

반응 $\text{Na}_2\text{S}_x + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 에서 NaClO 와 NaOH 의 물질량비는 5:2이다. x 의 값을 계산하여라.

6. 다음과 같은 반응이 있다.



- ① A^{2+} , B^{2+} , A^{3+} , C_2 의 산화제적세기를 비교하여라.
- ② $A + A^{3+}$, $A^{2+} + B^{2+}$ 는 반응할수 있는가? 방정식으로 나타내여라.

7. 다섯종의 금속 A, B, C, D, E가 있다.

- ① 5종의 금속중에서 산용액에서 수소를 내보내지 못하는 금속 2종이 있다.
- ② C는 염용액에서 금속 D를 치환석출시킨다.
- ③ A와 B, E를 물에 넣으면 A에서만 수소가 나오며 끓이면 E에서도 나온다.
- ④ C는 묽은 류산과는 반응하지 않지만 짙은 류산과는 반응한다.

금속의 활성차레를 지적하여라.

8. 어떤 강철조각 10g을 산소속에서 연소시킬 때 CO_2 0.3L를 얻었다.(표준조건에서)
이 강철에 탄소가 몇 % 들어있는가? (답. 1.6%)

9. 기계공장에서 나오는 철밥(철삭밥)을 리용하여 붉은색감인 Fe_2O_3 을 만든다. 이것을만드는 방법을 2가지로 설계해보고 방정식으로 나타내여라.

10. 산화철과 산화동이 섞여있는 혼합물을 가장 간단한 화학적방법을 써서 순수한 류산철용액으로 만들수 있는가?

화학반응과 열



반응열

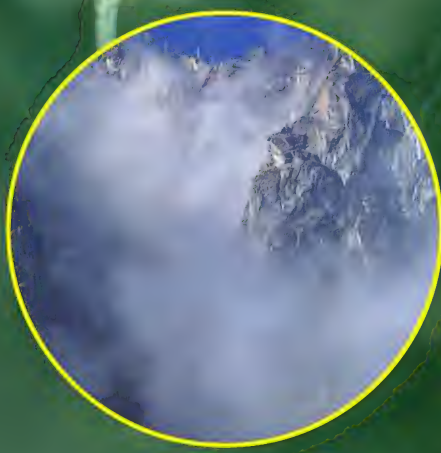
열화학방정식

헤쓰법칙

반응열계산

마그네샤크림카

카바이드



제6장. 화학반응과 열

화학반응들가운데는 열과 빛이 나는 반응도 있고 폭발과 같이 체적이 갑자기 불어나는 반응도 있다. 이것은 화학반응이 일어날 때 새로운 물질이 생기는것과 함께 여러가지 형태의 에네르기가 생긴다는것을 말해준다.

이 장에서는 화학반응에서 나드는 열과 그것을 알아내는 방법에 대하여 학습하게 된다.

제1절. 반 응 열

화학반응에서의 열효과

화학반응에는 열을 내면서 일어나는 반응도 있고 열을 받아들이면서 일어나는 반응도 있다. 실례로 석탄이 탈 때 많은 열을 내면서 반응이 일어난다.



농촌에서 많이 리용하는 생석회(CaO)를 만들자면 석회석(CaCO₃)을 구워내야 한다. 이때에는 열을 주어야만 분해반응이 일어난다.



화학반응에서 내보내거나 받아들이는 열을 통털어 **반응열**이라고 부른다.

열을 내보내면서 일어나는 반응을 **발열반응**, 열을 받아들이면서 일어나는 반응을 **흡열반응**이라고 부른다.

⑦ 열을 내보내거나 받아들이는 과정을 곧 화학반응이라고 말할수 있는가?

화학반응에서 열은 어떻게 되어 나드는가.

모든 물질들은 에네르기를 가지고있으며 그 크기는 서로 다르다.

반응물들이 가지고있는 에네르기합이 생성물들이 가지고있는 에네르기합보다 크면 그 차만 한 에네르기를 열형태로 밖으로 내보낸다.

반대로 반응물이 가지고있는 에네르기합이 생성물들이 가지고있는 에네르기합보다 작으면 그 차만 한 열을 받아들인다.

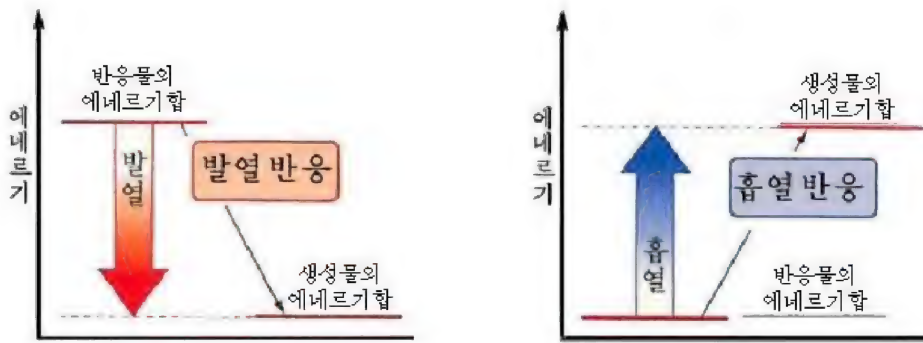


그림 6-1. 발열반응과 흡열반응

물질 1mol이 가지고있는 에너지를 **열함수(H)** 라고 부른다.

실례로 반응 $C + H_2O = CO + H_2$ 에서는 131kJ의 열을 받아들인다.

반응 $C + O_2 = CO_2$ 에서는 394kJ의 열이 난다. (그림 6-2)

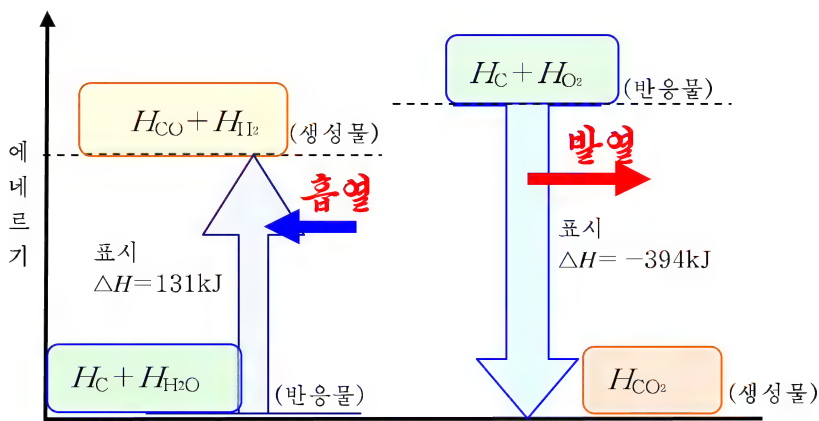


그림 6-2. 화학반응에서의 열

① 물질마다 가지고있는 에너지(열함수)가 다른것은 물질의 물질량이 서로 다르기때문인가?

문 제

1. 흑연 1mol을 연소시키면 열과 빛이 나온다. 이때 반응열은 394kJ이다. 여기에 빛에 해당하는 에너지도 포함되어있는가?
2. 탄소가 90 % 들어있는 무연탄을 완전히 연소시켜 5 000kJ의 열을 얻었다.
탄소가 100 % 들어있는 탄 1mol을 연소시킬 때 396kJ의 열이 난다. 무연탄을 몇g 연소시켰는가? (답. 168.3g)

3. 메틸알콜(CH_3OH)을 연소시키면 탄산가스와 물이 생긴다. 96%의 메틸알콜 100g을 연소시킬 때 2 178kJ의 열이 나온다. 방정식을 쓰고 그에 해당하는 반응열을 나타내여라. (답. -726kJ)



물질의 에너지와 열함수

화학에서는 물체가 가지는 운동에너지와 자리에너지에 대해서는 관심을 가지지 않는다. 실례로 날아가는 총알을 관찰할 때 물리에서는 속도와 자리에 대하여 관심을 가지지만 화학에서는 총알을 이루는 물질에만 관심을 가진다. 그러므로 물질의 총에너지는 력학적에너지와 내부에너지로 나눈다.

내부에너지는 물질자체와 관련된 에너지이며 온도, 압력, 모임상태에 따라 달라진다. 이것을 고려하여 **열함수**로 표현한다.

물질의 총에너지

=

력학적에너지

+

내부에너지

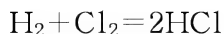
제2절. 열화학방정식

반응열과 화학방정식

수소와 염소가 반응하여 염화수소 1mol이 생길 때 92kJ의 열이 난다. 이것을 화학방정식에 나타내면 다음과 같다.



화학방정식에서 계수를 옹근수로 나타내면



이 방정식에서 염화수소는 2mol이므로 $\Delta H = -92\text{kJ} \times 2 = -184\text{kJ}$ 이것을 방정식에 함께 나타내면



반응열을 함께 표시한 화학방정식을 **열화학방정식**이라고 부른다. 열화학방정식의 의미는 다음과 같다.

① 반응물인 수소 1mol과 염소 1mol이 가지고있는 에너지는 생성물인 염화수소 2mol이 가지고있는 에너지보다 184kJ만큼 크다는것을 나타낸다.

$$\Delta H = 2H_{\text{HCl}} - (H_{\text{H}_2} + H_{\text{Cl}_2}) = -184\text{kJ}$$

② 물질들의 변화과정에 에너지가 보존된다는것을 나타낸다.

$$H_{\text{H}_2} + H_{\text{Cl}_2} = 2H_{\text{HCl}} + 184\text{kJ}$$

따라서 거꾸로반응 $2\text{HCl} = \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ 이 진행되자면 열을 184kJ만큼 받아들여야 한다.

물질의 상태와 반응열

물질은 모임상태에 따라 열함수의 크기가 다르다. (그림 6-3)

례: $H_{\text{물}} - H_{\text{얼음}} = 6.1\text{kJ}$ $H_{\text{물기}} - H_{\text{물}} = 44\text{kJ}$

그러므로 반응물과 생성물의 모임상태를 밝혀야 반응열을 정확히 나타낼수 있다.

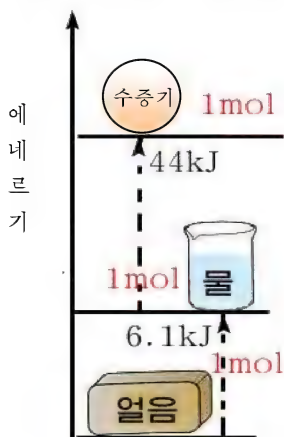


그림 6-3. 물의 상태변화와 열

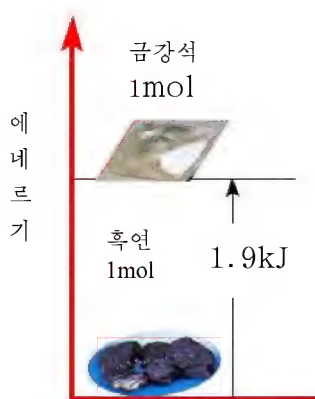


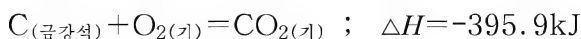
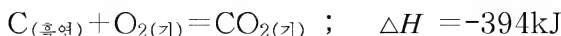
그림 6-4. 탄소의 동소전환에너지

모임상태는 화학식의 오른쪽아래 ()안에 밝힌다.



모임상태가 같은 경우라고 해도 동소체인 경우 물질의 이름을 밝혀야 한다.

실례로 흑연과 금강석은 서로 동소체이며 고체물질이지만 반응열에서는 차이가 난다. (그림 6-4)



② 흑연이 금강석보다 안정한데 반응열은 왜 작은가?

열화학방정식을 리용하면 생산에서 제기되는 열량을 계산할수 있다.

례: 메탄 1mol이 연소될 때 890.4kJ의 열이 나온다. 메탄 2 000L(표준조건)를 연소시킬 때 나오는 열량은 얼마이겠는가?

풀이. 조건: $V=2\ 000\text{L}$

$$\frac{\Delta H_1 = 890.4\text{kJ}}{1\text{mol}}$$

물음: $\Delta H_2 = ?$

$$\begin{array}{cc} \text{계산: } \text{CH}_4 & \Delta H_1 \\ 1\text{mol} & 890.4\text{kJ} \\ n\text{mol} & n \times \Delta H_1 \end{array}$$

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{2000\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 89.3\text{mol}$$

$$\Delta H_2 = n \times \Delta H_1 = 89.3\text{mol} \times 890.4\text{kJ/mol} = 79500\text{kJ}$$

답. 79 500kJ

례: 1g의 탄이 연소될 때 33kJ의 열이 난다. 열화학방정식을 써보아라.

풀이. 조건: $m=1\text{g}$

$$\frac{\Delta H = -33\text{kJ}}{1\text{g}}$$

물음: $\Delta H_{(\text{반응열})} = ?$

$$\begin{array}{cc} \text{계산: } \text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 & \\ 1\text{g} & 33\text{kJ} \\ 12\text{g}(1\text{mol}) & \Delta H_{(\text{반응열})} \end{array}$$

$$\Delta H_{(\text{반응열})} = -33\text{kJ/g} \times 12\text{g} = -396\text{kJ}$$



참 고

연 소 열

물질 1mol이 충분한 산소속에서 연소될 때 내는 열을 그 물질의 연소 열이라고 부르며 kJ/mol로 나타낸다.

례: 메탄의 연소열 890.4 kJ/mol

문 제

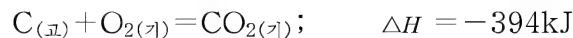
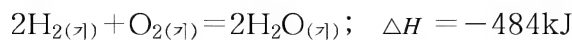
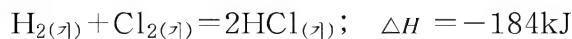
- 탄산칼시움 10g이 분해될 때 17.5kJ의 열을 받아들인다. 탄산칼시움의 분해반응을 열화학방정식으로 나타내어라.

- 일산화탄소가 연소될 때의 연소열은 285kJ/mol이다. 이 반응을 열화학방정식으로 나타내어라.
- 수소 1kg이 연소되어 물이 생길 때와 흑연 1kg이 연소되어 이산화탄소가 생길 때 나오는 열량은 얼마이며 차이 나는 원인을 설명하여라. (답. 143 000kJ, 32 833.3kJ)
- 메탄의 연소열은 890.4kJ/mol이며 수소의 연소열은 242kJ/mol이다. 메탄과 수소의 혼합물 11.2L(표준조건)를 연소시켰더니 315.4kJ의 열이 나왔다. 혼합물 속에 들어있는 메탄과 수소의 물질량은 얼마인가? (답. 0.3mol, 0.2mol)

제3절. 헤스법칙

생성열

단순물로부터 화합물이 생기는 반응을 보자



이 반응들에서 공통적인것은 생성물이 한가지인것이다. 이런 경우에는 반응열을 해당 생성물의 생성열로 바꿀수 있다. 그러나 반응결수에 따라 반응열값은 달라지므로 생성물 1mol에 해당하는 반응열로 나타내면 서로 비교할수 있다.

단순물로부터 화합물 1mol이 생길 때의 반응열을 그 화합물의 **생성열**이라고 부른다.

표시: $\Delta H_{\text{생}}$

단위: kJ/mol

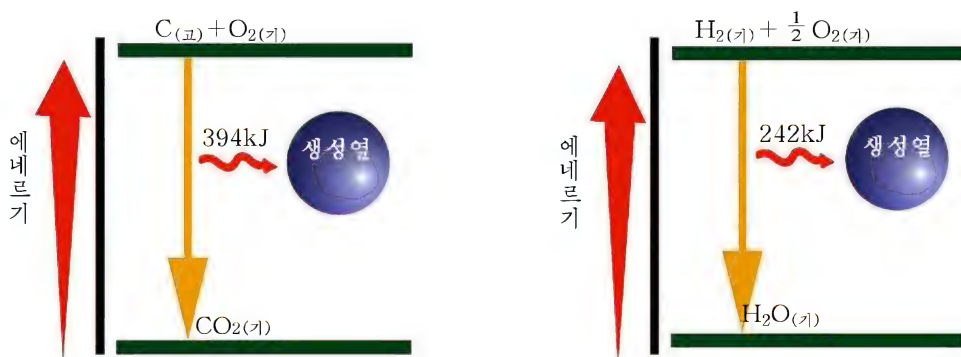


그림 6-5. CO₂과 H₂O의 생성열

물질의 생성열은 모임상태에 따라서도 달라진다. (표 6-1)

몇가지 물질의 생성열

표 6-1

물 질	$\Delta H_{\text{생}} / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	물 질	$\Delta H_{\text{생}} / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	물 질	$\Delta H_{\text{생}} / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
HF _(기)	-269	CO _(기)	-111	H ₂ SO _{4(액)}	-811
HCl _(기)	-92	CO _{2(기)}	-394	HNO _{3(액)}	-173
HBr _(기)	-36	SO _{2(기)}	-297	NaCl _(고)	-411
HI _(기)	+26	NH _{3(기)}	-46	NaOH _(고)	-427
H ₂ O _(기)	-242	CH _{4(기)}	-75	Ca(OH) _{2 (고)}	-986
H ₂ O _(액)	-286	H ₂ S _(기)	-20	Al ₂ O _{3(고)}	-1 675

② 화합반응의 반응열을 반응결과 생긴 화합물의 생성열이라고 말할수 있는가?



표준생성열

물질의 열함수가 온도와 압력에 따라 다르므로 물질의 생성열도 온도와 압력에 따라 달라진다. 표에 실린 생성열은 25°C(298K), 0.1MPa인 조건에서 측정한 값이다. 이 값을 표준생성열이라고 부른다.

기체의 체적을 나타낼 때에는 표준조건이 0°C, 0.1MPa이었지만 반응열을 다룰 때에는 25°C, 0.1MPa이 표준조건으로 설정된다. 모든 단순물의 표준생성열은 0으로 한다.

동소체가 있는 경우 가장 안정한 동소체를 기준으로 잡는다.

예: C_{금강석} + O₂ = CO₂ ; $\Delta H = -395.9 \text{ kJ}$ (반응열)

C_{흑연} + O₂ = CO₂ ; $\Delta H = -394 \text{ kJ}$ (반응열)

금강석보다 흑연이 1.9kJ 더 안정하므로 CO₂의 생성열은 C_(흑연)를 기준으로 하여 나타낸다. 즉 $\Delta H_{\text{생, CO}_2} = -394 \text{ kJ/mol}$

류황에서는 사방류황을 기준으로 잡고 표준생성열을 결정한다.

헤쓰법칙

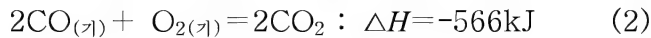
주어진 반응물로부터 생성물을 얻을 때 서로 다른 길을 거칠수 있다. 실험으로 흑연을 연소시켜 이산화탄소를 얻을 때 두가지 길을 거친다.

첫째 길: $C_{(흑연)} + O_{2(기)} = CO_{2(기)}; \Delta H_{\text{첫, } CO_2} = -394 \text{ kJ}$

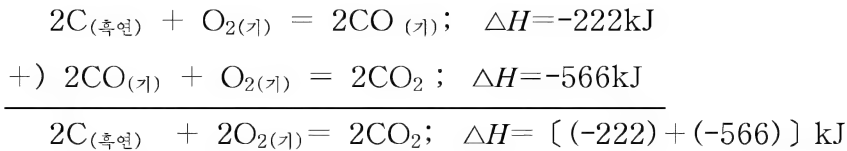
둘째 길: $2C_{(흑연)} + O_{2(기)} = 2CO_{(기)}; \Delta H = -222 \text{ kJ} \quad (1)$

$$\Delta H = \Delta H_{\text{생, CO}} \times 2$$

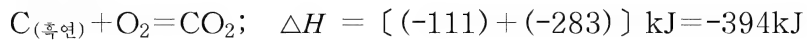
생성물인 CO는 다시 산소와 작용하여 파란 불길을 내면서 CO_2 로 변화된다.



반응 (1)과 (2)를 합하면



결수를 약분하면



이것은 첫번째 길과 같다.

$$\frac{-394 \text{ kJ}}{\text{첫째 길의 반응열}} = \frac{(-111 \text{ kJ}) + (-283 \text{ kJ})}{\text{둘째 길의 반응열}}$$

반응열은 반응이 어떤 길을 따라 일어나는가에 관계없이 처음상태와 마감상태가 같으면 언제나 같다. 이것을 **헤스법칙**이라고 부른다. (그림 6-6)

헤스법칙은 화학반응뿐만 아니라 물리적인 변화와 물질의 용해과정에도 적용된다.

실제로 얼음으로부터 직접 수증기로 전환되는 과정의 열함수변화를 계산할 수 있다. (그림 6-7)

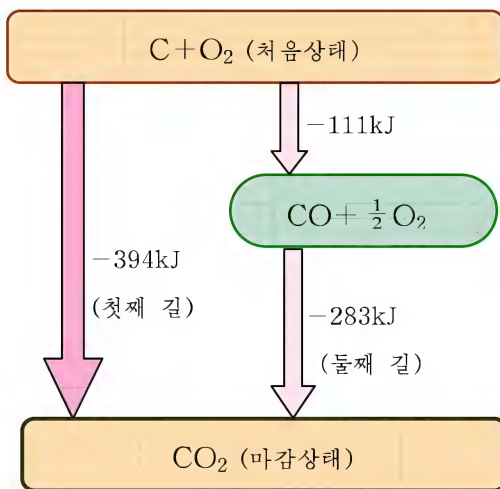


그림 6-6. CO_2 이 생기는 반응의 길과 반응열

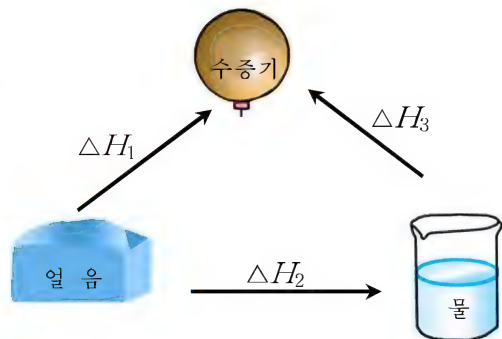


그림 6-7. 물의 상대변화와 열함수변화

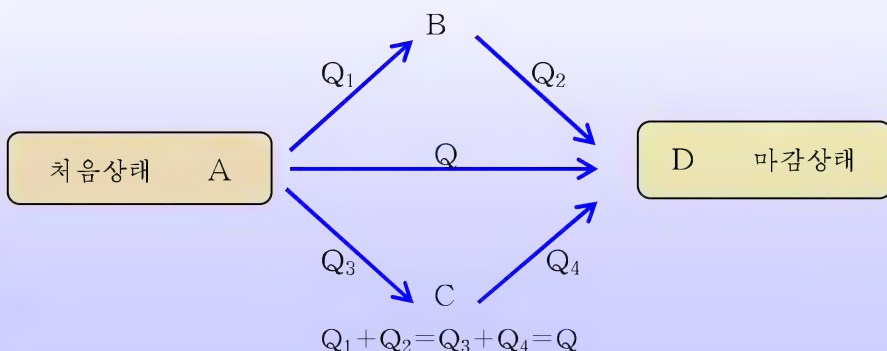
$$\Delta H_1(\text{얼음} \rightarrow \text{수증기}) = \Delta H_2(\text{얼음} \rightarrow \text{물}) + \Delta H_3(\text{물} \rightarrow \text{수증기})$$

$$\Delta H_1 = 6.1\text{kJ} + 44\text{kJ} = 50.1\text{kJ}$$



헤 쉘

헤 쉘(1802-1850)는 화학자이며 열화학창시자중의 한사람이다. 헤 쉘은 여러 가지 화학반응의 반응열을 정밀하게 측정하는 실험을 꾸준히 진행함으로써 1840년에 총열량합일정의 법칙(헤 쉘법칙)을 발견하였다. 그가 발표한 도식은 다음과 같다.



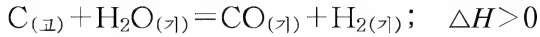
문 제

1. 반응 $C + H_2O = CO + H_2$ 을 생성열에 기초하여 헤 쉘법칙을 적용할수 있는 도식으로 나타내여라.
2. 11.16g의 철이 류황과 화합할 때 19kJ의 열이 난다. 류화철의 생성열을 계산하여라. (답. -95kJ)
3. 금속나트륨과 염소기체로부터 염화나트륨이 생기는 과정을 헤 쉘법칙을 적용할수 있는 과정으로 나타내여라.
4. 산화철 Fe_2O_3 이 생기는 과정의 길을 헤 쉘법칙을 적용할수 있는 과정으로 나타내고 열함수변화를 나타내여라.
5. 흑연은 금강석보다 1.9kJ/mol 더 안정하다. 그런데 금강석의 연소열이 395.9kJ로서 흑연의 연소열보다 큰것은 무엇때문인가? 도식으로 나타내고 설명하여라.

제4절. 반응열계산

화학반응에서 반응열을 따지는것은 매우 중요하다.

빨강계 단 탄층에 물김을 붙여넣을 때 일어나는 반응은 흡열반응이다.



이 반응이 계속 일어나게 하자면 열을 보충해줄수 있는 석탄이 연소되는 발열반응을 함께 일으켜야 한다.

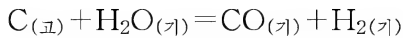


이때 물김과 산소를 얼마나 섞어야 알맞춤하겠는가를 알자면 두 반응의 반응열을 알아야 한다.

반응열을 알아내는데는 직접 재는 방법도 있고 재기 어려운 경우에는 계산으로 알아낼수 있다. 흔히 물질의 생성열을 많이 리용한다.

생성열에 의한 반응열계산

빨강계 단 탄과 물김이 반응할 때의 반응열을 계산해보자.



생성열을 리용하여 헤쓰법칙이 적용되는 도식으로 나타내면 반응열을 쉽게 알아낼수 있다.

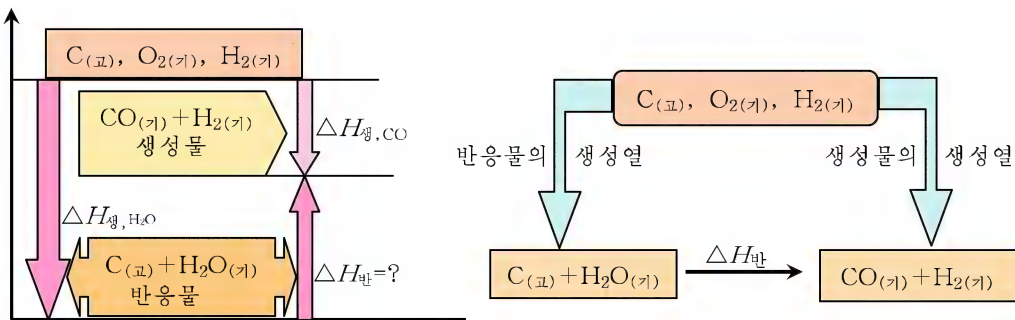


그림 6-8. 반응열계산

헤쓰법칙에 의하여

$$\Delta H_{\text{생}, \text{H}_2\text{O}} + \Delta H_{\text{반}} = \Delta H_{\text{생}, \text{CO}}$$

$$\Delta H_{\text{반}} = \underbrace{\Delta H_{\text{생}, \text{CO}}}_{\text{생성물}} - \underbrace{\Delta H_{\text{생}, \text{H}_2\text{O}}}_{\text{반응물}} = -111\text{kJ} - (-242\text{kJ}) = 131\text{kJ}$$

$$\boxed{\text{반응열}} = \boxed{\text{생성물들의 생성열합}} - \boxed{\text{반응물들의 생성열합}}$$

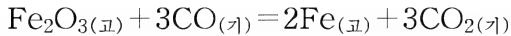
CO₂의 생성열 (C+O₂=CO₂)은 -394kJ이므로 그대로 반응열로 된다.

두 반응의 반응열비를 보면 131kJ:394kJ≈1:3으로 된다.

그러므로 H₂O:O₂=3:1의 비율로 섞어 넣어주면 반응은 계속 일어난다.

⑦ 반응 CO+H₂O_(기)=CO₂+H₂의 반응열을 생성열을 리용하여 계산하여라.

례: 생성열값을 리용하여 다음 반응의 반응열을 계산하여라.



$$\Delta H_{\text{생}, \text{Fe}_2\text{O}_3} = -815.9\text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생}, \text{CO}} = -111\text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생}, \text{CO}_2} = -394\text{kJ/mol}$$

풀이. 반응열=생성물의 생성열합-반응물의 생성열의 합

$$\text{반응물의 생성열합} = \Delta H_{\text{생}, \text{Fe}_2\text{O}_3} + 3\text{mol} \times \Delta H_{\text{생}, \text{CO}}$$

$$= 1\text{mol} \times (-815.9\text{kJ/mol}) + 3\text{mol} \times (-111\text{kJ/mol}) = -1148.9\text{kJ}$$

$$\text{생성물의 생성열합} = 3\text{mol} \times \Delta H_{\text{생}, \text{CO}_2} = 3\text{mol} \times (-394\text{kJ/mol}) = -1182\text{kJ}$$

$$\Delta H_{\text{반}} = -1182\text{kJ} - (-1148.9\text{kJ}) = -33.1\text{kJ}$$

$$\text{답. } \Delta H_{\text{반}} = -33.1\text{kJ}$$

결합에너지

수소분자 1mol을 수소원자로 갈라놓으려면 436kJ의 에너지를 받아들여야 하며 반대로 수소원자로부터 H-H결합 1mol이 생길 때에는 436kJ의 에너지를 내놓아야 한다.

원자로부터 두 원자사이의 결합이 형성될 때 내놓는 에너지를 결합에너지라고 부른다.

결합에너지의 단위는 kJ/mol이다.

2원자분자의 결합에너지와 해리에너지는 크기는 같고 부호만 반대이다.

$$\text{수소분자의 결합에너지} = -436\text{kJ/mol}$$

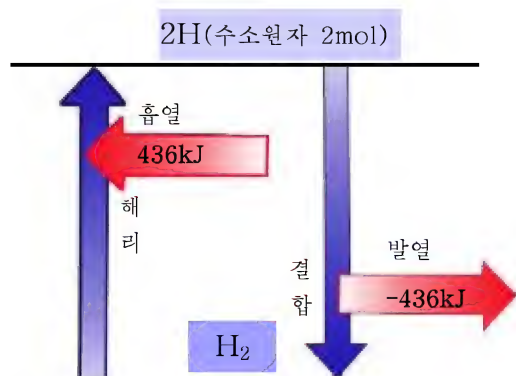


그림 6-9. 수소분자의 해리에너지와 결합에너지

예: H_2O 1mol을 수소원자와 산소원자로 갈라놓는데 926kJ의 에너지를 든다.

O-H의 결합에너지를 구하여라.

풀0. | 물분자의 해리에너지 | = | 물분자안의 결합에너지합 |

$$926\text{kJ/mol} = 2 \times \Delta H_{\text{결, O-H}}$$

$$\Delta H_{\text{결, O-H}} = \frac{926\text{kJ/mol}}{2} = 463\text{kJ/mol} \quad \text{답. } \Delta H_{\text{결, O-H}} = -463\text{kJ/mol}$$

결합에너지가 클수록 결합은 든든하다.

몇가지 물질의 결합에너지는 다음과 같다. (표 6-2)

결합에너지(kJ/mol)		표 6-2	
결합 (물질)	결합에너지	결합 (물질)	결합에너지
H-H	-436	C-Cl (CCl_4)	-325
C-H (CH_4)	-416	O=O	-498
O-H (H_2O)	-463	C=O (CO_2)	-804
N-H (NH_3)	-390	$\text{N}\equiv\text{N}$	-945
H-Cl	-432	C-C (금강석)	-357
H-F	-568	C-C (C_2H_6)	-331
Cl-Cl	-243	C=C (C_2H_4)	-590
F-F	-158	C≡C (C_2H_2)	-810

반응 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ 의 반응열과 결합에너지와의 관계를 보면 다음과 같다.
(그림 6-10)

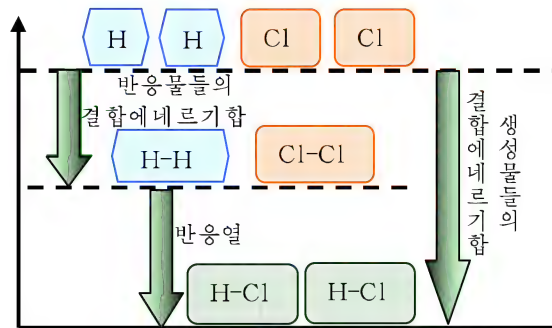


그림 6-10. 결합에너지에 의한 반응열계산

헤쓰법칙에 의하면 생성물들의 결합에너지합과 반응물들의 결합에너지합의 차는 반응열과 같다.

$$\text{반응열} = \text{생성물들의 결합에너지 총합} - \text{반응물들의 결합에너지 총합}$$

⑨ 결합에너지를 리용하여 반응 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 의 반응열을 구하여라.

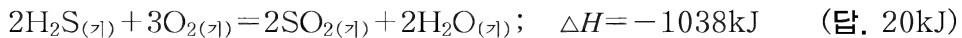
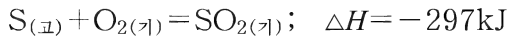
문 제

1. 생성열의 값에 기초하여 반응 $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ 의 열화학방정식을 나타내여라.

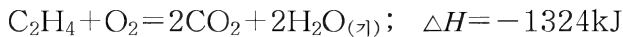
$$\Delta H_{\text{생}, \text{SO}_2} = -297 \text{kJ/mol}, \quad \Delta H_{\text{생}, \text{SO}_3} = -395.2 \text{kJ/mol}$$

2. 염화아연(ZnCl_2)의 생성열은 -416.5kJ/mol 이며 ZnCl_2 1mol을 원자로 갈라놓는 데는 790.2kJ 의 에너지가 든다. Cl_2 의 결합에너지는 -243kJ/mol 이다. 금속 아연의 승화열(금속아연 1mol $\xrightarrow{\Delta H_{\text{승화열}}}$ 아연원자 1mol)을 결정하여라. (답. 130.7kJ)

3. 다음의 열화학방정식을 리용하여 반응 $\text{H}_2\text{S} = \text{H}_2 + \text{S}$ 의 반응열을 계산하여라.



4. 에틸렌의 생성열을 결정하여라.



$$\Delta H_{\text{생}, \text{CO}_2} = -394 \text{kJ/mol}, \quad \Delta H_{\text{생}, \text{H}_2\text{O}} = -242 \text{kJ/mol} \quad (\text{답. } 52 \text{kJ/mol})$$

제5절. 마그네샤크링카

경애하는 수령 김일성대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리 나라에 마그네사이트가 굉장히 많은데 그것은 야금공업을 발전시키기 위하여 없어서는 안될 매우 귀중한 내화재료입니다.》

우리 나라에는 마그네샤크링카(MgO)의 원료인 마그네사이트가 대단히 많이 매장되어있어 세계적으로도 손꼽히고있다.

경애하는 수령 김일성대원수님께서는 마그네사이트가 많이 매장되어있는 산을 금과 같이 귀한 산이라는 뜻에서 《백금산》으로 부르도록 하시였다.

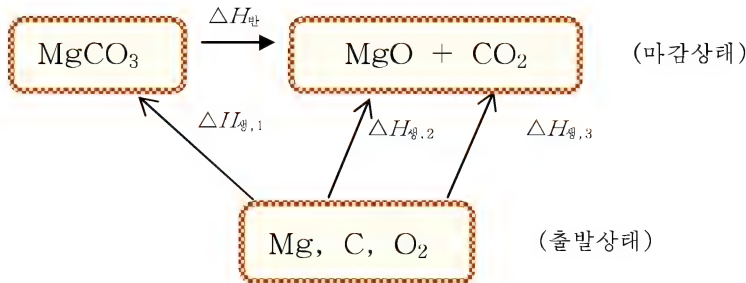
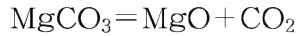
위대한 령도자 김정일원수님께서는 마그네사이트를 가지고 질이 높은 마그네샤크링카를 많이 만들어 나라의 야금공업을 발전시킬데 대하여 가르쳐주시였다.

경애하는 대원수님과 위대한 원수님의 위대한 구상과 현명한 령도에 의하여 오늘 마그네사이트광석은 나라의 부강발전에 적극 이바지하는 귀중한 밑천으로 되고있다.

마그네사이트의 분해반응

마그네사이트의 주성분은 MgCO_3 이다.

쇠돌을 녹이는 야금로들에서 로의 안불임내 화벽돌은 마그네샤크링카(MgO)로 만든다. 이것은 마그네사이트를 구워서 만든다.



이 반응의 반응열을 물질의 생성열을 통하여 계산해보자.

$$\Delta H_{\text{생},1} = -1096 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생},2} = -598 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생},3} = -394 \text{ kJ/mol}$$

헤스법칙을 적용하면

$$\Delta H_{\text{생},1} + \Delta H_{\text{반}} = \Delta H_{\text{생},2} + \Delta H_{\text{생},3}$$

$$\Delta H_{\text{반}} = -598 \text{ kJ} - 394 \text{ kJ} + 1096 \text{ kJ} = 104 \text{ kJ}$$

열화학방정식으로 나타내면



이 반응은 흡열반응이다.

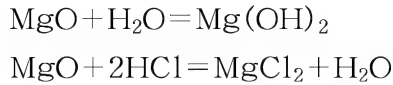
② 분해반응은 다 흡열반응이라고 말할수 있는가?

탄산마그네시움은 540°C 부터 분해가 시작되는데 광석인 경우에는 품위에 따라 $550\sim 650^\circ\text{C}$ 에서 시작된다.

이 분해는 $800\sim 900^\circ\text{C}$ 에서 거의 완전히 진행된다.

분해온도에 따르는 MgO 의 성질변화

$800\sim 850^\circ\text{C}$ 에서 구운 산화마그네시움은 푸석푸석하며 염기성산화물의 반응성을 나타낸다.



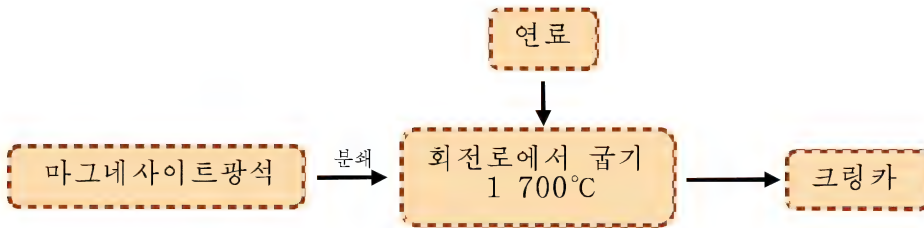
물이나 산과 작용하는 산화마그네시움을 경소마그네샤라고 부른다.

1 200℃이상에서 생겨난 MgO는 점차 큰 덩어리로 변한다. 1 700℃이상에서 얻어진 녹아붙은 산화마그네시움을 마그네샤크링카라고 부른다. 이것은 물에도 용해되지 않고 산과도 작용하지 않는다. 이 크링카는 녹음점이 2 800℃로서 2 000℃정도의 온도에 견디는 내화벽돌을 만드는데 쓴다.

⑦ 크링카의 녹음점이 이렇게 높은데 내화벽돌은 어떤 방법으로 만들수 있겠는가?

마그네샤크링카를 만드는 공정

마그네샤크링카를 만드는 공정은 다음과 같다.



크링카의 질은 광석에 포함되어있는 혼입물에 관계된다. 혼입물중에서 CaO와 SiO₂은 될수록 적어야 한다.

크링카를 만드는 회전로는 다음과 같다.(그림 6-11)

회전로는 둥근 원통이며 내화벽돌로 안붙임되어있다. 회전로는 수평상태로부터 약간 아래로 기울어져있다.

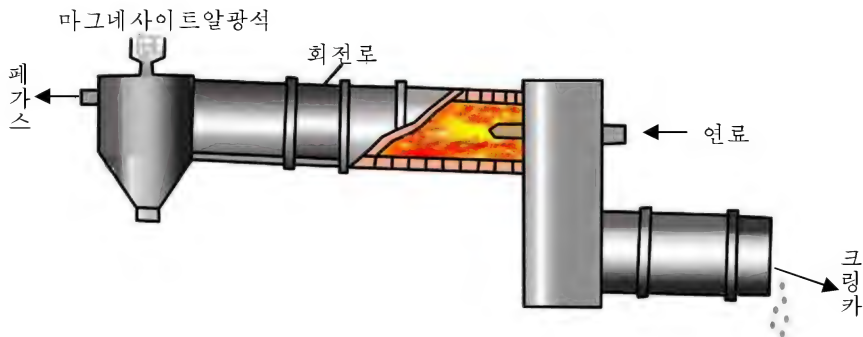


그림 6-11. 마그네샤크링카를 만드는 회전로

분쇄된 광석은 회전로의 윗부분으로 들어가며 연료인 석탄 또는 연료가스는 아래부분에서 연소된다. 회전로가 돌아가면서 구워진 크링카는 아래로 나온다.



전기용융법에 의한 크링카생산

전기용융법은 강철생산에서처럼 전기로에서 마그네사이트를 분해시키고 용융시켜 크링카를 얻는 방법이다. 차이점은 전기로에 내화벽돌이 없고 광석이 내화재료로서의 역할을 수행하는것이다. 지난 시기에는 수평회전로나 가압식소결로에서 코크스와 중유를 연소시켜 크링카를 생산하였다. 전기로에서는 광석이 전기전도성이 없으므로 처음에 흑연가루를 리용하여 전극을 호광방전시켜 광석을 용융시킨다. 전기로를 리용하면 코크스가 연소되어 생기는 재가 크링카에 섞여 질을 떨어뜨리는 현상을 없앨수 있고 높은 온도를 쉽게 보장할수 있으므로 공정이 단순하다. 용융물을 뽑아내어 일정한 시간 식힌 다음 겉면에 생긴 불순물을 벗겨내면 99%의 고품위크링카가 얻어진다.

문 제

1. 마그네사이트를 구울 때 필요한 열은 석탄을 태워서 보장한다. 품위가 84%인 광석 1t을 구워내려면 석탄이 얼마나 필요한가? (답. 30.9kg)
2. 바다물에는 마그네슘이 $MgCl_2$ 형태로 용해되어있다. 이 물질로부터 MgO 을 만드는 과정을 방정식으로 나타내여라.
3. 경소마그네샤는 마그네샤세멘트를 만드는데 리용된다.

마그네샤세멘트의 조성은 $2MgO \cdot MgCl_2$ 이다. 이 세멘트 1t을 만들려면 경소마그네샤가 얼마나 있어야 하겠는가? (답. 457.1kg)

제6절. 카바이드

경애하는 수령 김일성대원수님께서서는 다음과 같이 교시하시였다.

《화학공업을 발전시키는데서 가장 중요한것은 카바이드생산을 대대적으로 늘이는것입니다.》

카바이드는 비날론섬유, 모비론섬유, 염화비닐수지, 석회질소비료, 알콜, 초산과 같은 제품을 만드는 기본원료이다.

경애하는 수령님께서서는 일찌기 석회석과 무연탄이 많은 우리 나라에서는 카바이드를 생산하여 그것을 원료로 하는 화학공업을 발전시킬데 대한 방향을 밝혀주시였다.

경애하는 수령님과 위대한 장군님의 현명한 령도밑에 우리 나라에는 우리 식의 카바이드생산방법에 기초한 자립적이며 현대적인 화학공업의 토대가 튼튼히 세워졌다.

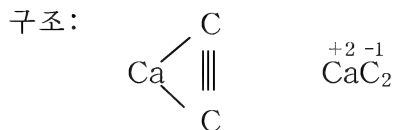
카바이드의 구조와 성질

카바이드는 칼시움의 탄화물이다.

화학식: CaC_2

물질량: 64g/mol

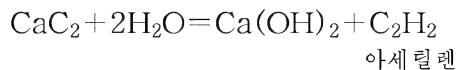
전기음성도로 보면 $\text{Ca}-1.0$, $\text{C}-2.5$ 로서 CaC_2 에서 $\text{Ca}-\text{C}$ 공유결합은 극성을 띤다.



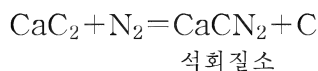
⑦ 카바이드의 구조식이 이와 같이 되는것은 무엇때문인가?

순수한 카바이드는 색이 없고 맑은 결정이지만 공업제품은 불순물이 있어 재빛을 띤다. 카바이드의 밀도는 2.2g/cm^3 이고 녹음점은 $2\,300^\circ\text{C}$ 이다.

카바이드는 물과 반응하여 아세틸렌을 만든다.



카바이드를 가루내어 900°C 이상에서 질소와 작용시키면 석회질소(비료)가 얻어진다.



카바이드만들기

카바이드원료는 석회석과 무연탄이다.

먼저 석회로에서 석회석을 분해시켜 생석회를 만든다.



석회석의 분해는 900°C이상에서 잘 일어난다. (그림 6-12)

② 석회석의 분해반응이 마그네사이트의 분해반응온도와 차이는 것은 무엇때문인가?

카바이드는 생석회와 무연탄을 반응시켜 얻는다.

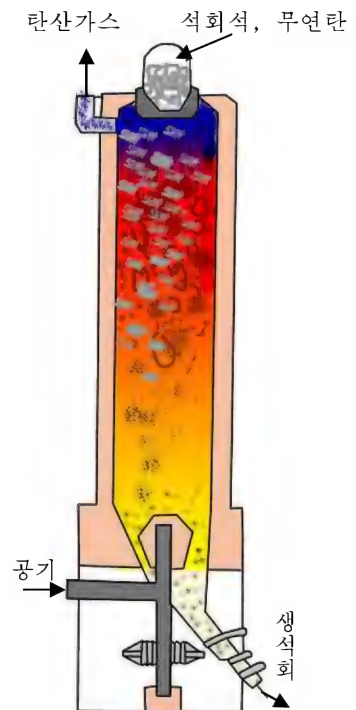
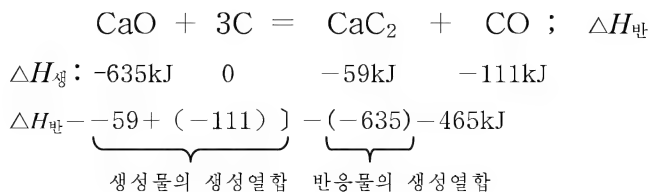
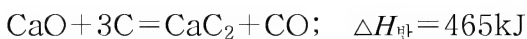


그림 6-12. 석회로

열화학방정식으로 나타내면



이 반응은 흡열반응이며 반응을 실현시키려면 2 000°C이상으로 많은 열을 주어야 한다. 이 열은 전기에너지를 써서 보장한다. (그림 6-13)

전기로는 강철깍데기안에 내화벽돌을 쌓고 옷뚜껑을 막아 열이 새지 않게 하였다. 반응물의 혼합비율은 생석회:무연탄=10:7이며 3개의 전극을 꽂아 강철전기로서처럼 호광열로 온도를 보장한다.

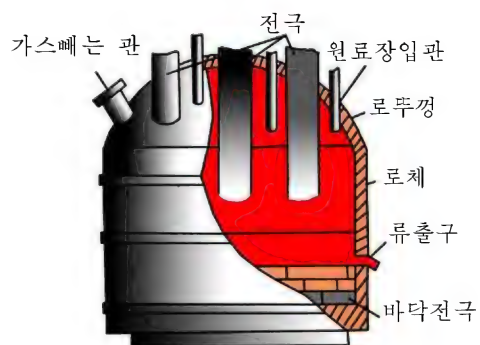


그림 6-13. 카바이드전기로

반응결과 녹은 카바이드는 로밑에 고이며 남비에 받아서 식힌다.

문 제

1. CaC_2 이 85% 들어있는 카바이드 1t을 만들자면 CaO 92% 들어있는 생석회를 얼마나 써야 하겠는가? 반응결과 생긴(생성물에서) CaC_2 의 함량이 낮아지는것은 무엇때문인가? (답. 808.4kg)
2. 카바이드에 물을 치면 아세틸렌이 생긴다. 다음의 자료에 기초하여 아세틸렌의 반응열을 구하여라.

$$\Delta H_{\text{생}, \text{CaC}_2} = -59 \text{kJ/mol}, \quad \Delta H_{\text{생}, \text{C}_2\text{H}_2} = -128 \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생}, \text{H}_2\text{O}(\text{물})} = -286 \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생}, \text{Ca}(\text{OH})_2} = -986 \text{kJ/mol} \quad (\text{답. } 227 \text{kJ/mol})$$

3. 다음의 자료에 기초하여 CaC_2 에서 $\text{Ca}-\text{C}$ 의 결합에너지를 구하여라.

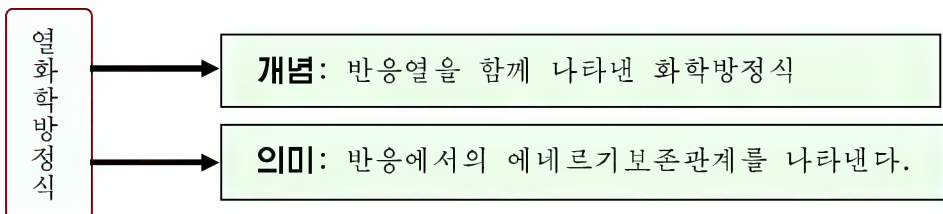
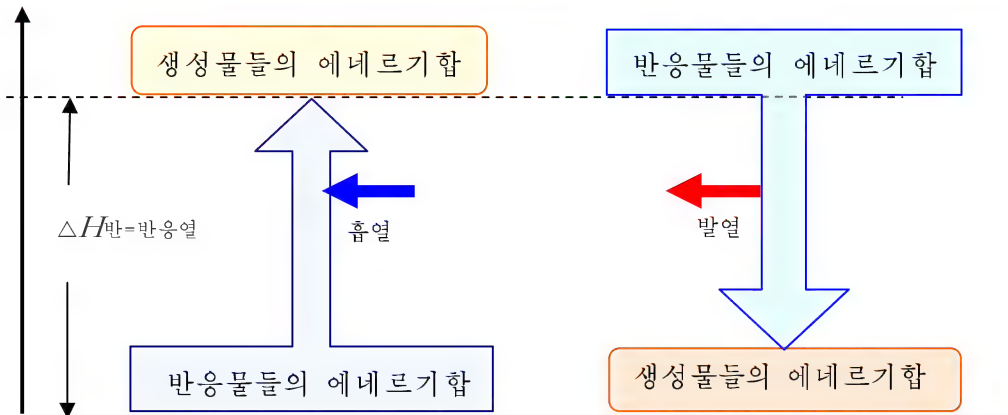
$$\Delta H_{\text{결}, \text{C}\equiv\text{C}} = -810 \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{승화}, \text{C}} = 716 \text{kJ/mol} (\text{C}_{\text{고}} \rightarrow \text{C}_{\text{기}} : \Delta H_{\text{승화}})$$

$$\Delta H_{\text{승화}, \text{Ca}} = 191 \text{kJ/mol} \quad (\text{답. } -406.5 \text{kJ/mol})$$

장 종 합

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{반응열} \\ \hline \Delta H \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{생성물들의 에너지합} \\ \hline \text{(생성물들의 열함수합)} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{반응물들의 에너지합} \\ \hline \text{(반응물들의 열함수합)} \\ \hline \end{array}$$



복습문제

1. 7g의 아세틸렌(C_2H_2)을 연소시킬 때 탄산가스와 물이 생기며 이때 351.3kJ의 열이 난다. 이 반응을 열화학방정식으로 나타내어라.
2. 18g의 알루미늄이 산소와 반응할 때 574kJ의 열이 난다. 이 반응을 열화학방정식으로 나타내어라.
3. 아세틸렌을 연소시킬 때의 열화학방정식은 다음과 같다.



1. 12L의 아세틸렌을 연소시키면 몇 kJ의 열이 나오겠는가? (답. 65.25kJ)

4. 아연 6.54g이 연소될 때 35kJ의 열이 난다.
 - ① 이 반응에서 생성물의 생성열을 구하여라. (답. 350kJ)
 - ② 열화학방정식을 나타내어라.
5. 탄산칼슘의 분해열은 175kJ/mol이다. 석회로에서 연소열을 모두 $CaCO_3$ 을 분해시키는데 리용한다면 $CaCO_3$ 과 C를 어떤 비율로 섞어야 하겠는가? 만일 무연탄의 품위가 90%이고 석회로에서 무연탄이 70% 연소된다면 $CaCO_3$ 과 무연탄을 어떤 비율로 섞어야 하겠는가? (답. 18.8:1, 11.85:1)
6. CO -42.2%, CO_2 -4.1%, H_2 -49.2%, N_2 -4.5%의 체적조성을 가진 기체 혼합물 1m³(표준조건)를 연소시킬 때 생기는 열량을 구하여라. 그리고 생긴 기체 혼합물을 표준조건으로 식혔을 때 기체의 체적조성을 결정하여라.

(답. 10 646kJ, CO_2 -91.14%, N_2 -8.86%)

7. 다음의 자료를 리용하여 열화학방정식을 작성하여라.
 - ① 마그네슘 2.4g을 연소시키면 61.3kJ의 열이 난다.
 - ② 1mol/L 염산 0.5L와 0.1mol/L 가성소다용액 1L를 섞으면 5.74kJ의 열이 나온다.
 - ③ 염소의 결합에너지는 243.6kJ/mol이다.
 - ④ 물의 해리열은 928kJ/mol이다.
 - ⑤ 암모니아의 생성열은 -46kJ/mol이다.
 - ⑥ 이산화질소의 생성열은 -34kJ/mol이다.

⑦ NaCl이 0.1mol 생성될 때의 생성열은 41.1kJ이다.

8. 수소와 산소가 2:1의 체적비율로 섞인 혼합기체(폭명가스) 28.8g을 폭발시켰다.

① 열화학방정식을 나타내어라.

② 생성물의 질량은 얼마인가?

③ 닫힌 그릇에서 반응시켰을 때 그릇의 압력은 어떻게 변화되는가?

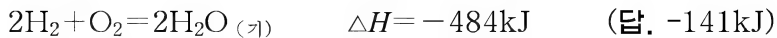
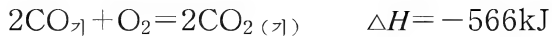
(답. 28.8g, $\frac{2}{3}P_{\text{초기}}$)

9. 다음의 자료에 기초하여 아연과 염산과의 반응에서 나오는 반응열을 결정하여라.

$$\Delta H_{\text{생}, \text{ZnCl}_2} = -418 \text{kJ/mol} \quad \Delta H_{\text{용해}, \text{ZnCl}_2} = -63 \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{생}, \text{HCl}} = -92 \text{kJ/mol} \quad \Delta H_{\text{용해}, \text{HCl}} = -73 \text{kJ/mol} \quad (\text{답. } -151 \text{kJ})$$

10. 다음의 열화학방정식에 기초하여 반응 $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$ 의 반응열을 계산하여라.



학생실험

[실험 1] 나트륨의 성질

실험목적: 나트륨의 성질을 검증하며 수소기체를 모으는 방법을 익히는데 있다.

실험기구: 시험관, 스포이드, 유리접시, 유리판, 핀셋,

칼때기, 손칼

시약: 금속나트륨, 페놀프탈레인알림약, 려지

실험방법

- ① 석유속에 잠겨있는 나트륨덩어리를 핀셋으로 집어 내어 유리판위의 려지에 놓고 종이로 겉면에 있는 석유를 묻혀낸다.
- ② 나트륨덩어리를 쌀알만 한 크기로 잘라낸다. 이때 자름면의 색변화를 관찰한다.
- ③ 잘라낸 조각을 핀셋으로 집어 유리접시에 넣고 그림과 같이 칼때기를 그우에 놓고 그우에 시험관을 거꾸로 세워 쫓는다. 여기에 물을 부어넣는다. 나타나는 현상을 관찰한다.
- ④ 반응이 끝나면 시험관을 뽑아 거꾸로 세운채로 알콜등에 가져다댄다. 어떤 현상이 나타나는가? 방정식으로 나타내어라.

⑤ 수소를 모으는 시험관을 거꾸로 세워놓는 까닭은 무엇인가?

- ⑥ 유리접시용액에 페놀프탈레인알림약을 한두방울 떨어뜨린다. 용액의 색변화는 어떠한가?

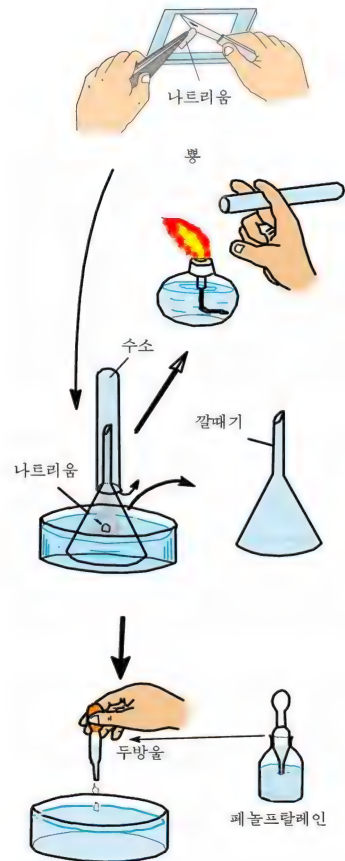


그림 1. 나트륨의 성질

[실험 2] 불길색반응

실험목적: 불길색반응을 리용하여 대표적인 금속들을 알아보며 불길색반응을 일으키는 방법을 익히는데 있다.

실험기구: 알콜등, 시험관 또는 사기접시, 핀셋, 백금선(또는 니크롬선), 운모조각

시약: 10% HCl, 1mol/L CaCl_2 , BaCl_2 , SrCl_2 , CuCl_2 , NaCl, KCl, LiCl, CuSO_4 , K_2SO_4 , Na_2SO_4 용액

실험방법

- ① 백금선의 전처리(예비처리). 백금선 (또는 니크롬선)끝을 질은 염산에 잠그었다가 색이 없는 불길에 달구어내어 깨끗이 한다. (그림 2)

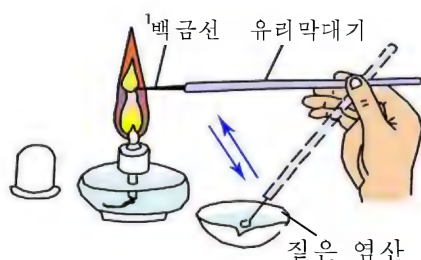


그림 2. 백금선의 전처리

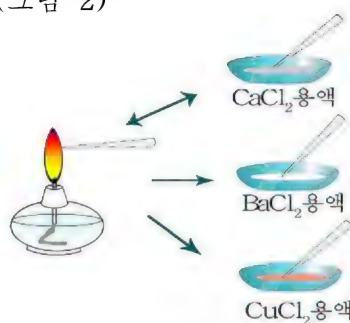


그림 3. 불길색반응으로 원소알아보기

- ② 1mol/L CaCl_2 용액에 백금선을 잠그었다가 불길에 가져간다. 불길의 색을 관찰하고 기록한다. 다른 시약을 리용하려 할 때에는 물로 씻고 방법 ①의 과정을 거쳐 색이 나타나지 않을 때까지 여러번 반복한다. 같은 방법으로 BaCl_2 , SrCl_2 , CuCl_2 , NaCl, KCl, LiCl용액을 리용하여 불길색을 관찰한다. (그림 3)
- ③ 백금선대신 운모조각을 가지고 진행한다. 먼저 핀셋으로 집어 불길에 가져다댄다. 이때 불길의 색변화가 있는가를 관찰한다. 다음 해당 시료용액을 찍어서 불길에 가져다 댈다. 결과를 종합하여 비교해보아라.
- ④ 시료용액을 염화물이 아닌 다른 염용액을 가지고 다시 해본다. 한번 쓴 운모조각은 쓰지 않는다.
- ⑦ 불길색반응이 다른 반응과 다른 점은 무엇인가?

[실험 3] 할로겐의 성질

실험목적: 할로겐의 성질을 실험적으로 검증하는데 있다.

실험기구: 시험관, 피펫, 알콜등

시약: 염소수, 브롬수, KBr용액(1mol/L), 요드, 벤졸, KI용액(1mol/L)

실험방법

- ① 시험관에 브롬화칼리움용액 1mL를 넣고 여기에 벤졸 1mL를 넣는다. 용액이 두 층으로 갈라지는데 이때의 색을 관찰한다.
여기에 염소수 3~5mL를 넣고 뒤흔든 다음 벤졸층의 색변화를 관찰한다.
다른 시험관에 벤졸 1mL와 물 1mL를 넣는다. 여기에 브롬수 5mL정도 넣고 흔든 다음 색을 관찰한다.
(?) 두 경우를 비교해서 방정식을 쓰고 벤졸의 역할을 설명하여라.
- ② 방법 ①에서 KBr용액대신 KI용액을, 염소수대신 브롬수를 써서 실험을 진행한다.
(?) 현상을 관찰하고 확인실험을 해보아라.
- ③ 요드를 다른 시험관에 쌀알만 한 크기로 넣고 알콜등으로 조심히 열을 준다. 증기의 색이 어떠하며 시험관벽에 무엇이 나붙는가를 관찰한다. 이것을 물에 용해시키고 여기에 벤졸 1mL를 넣는다. 어떤 현상이 일어나는가?

[실험 4] 산의 성질

실험목적: 산의 성질을 실험으로 검증하는데 있다.

실험기구: 시험관, 스포이드, 알콜등, 유리막대기, 고정대, 기체유도관, 고무마개, 시험관대

시약: 질은 염산, 질은 류산, 질은 초산, 푸른 리트머스지, 아연, 페놀프탈레인용액(0.1%), 산화동가루

실험방법

- ① 세개의 시험관에 물을 4mL씩 넣고 질은 염산, 질은 류산, 질은 초산을 각각 2mL정도씩 넣는다. 산이 물에 잘 용해되는가?
물에 용해될 때 열이 나는가?

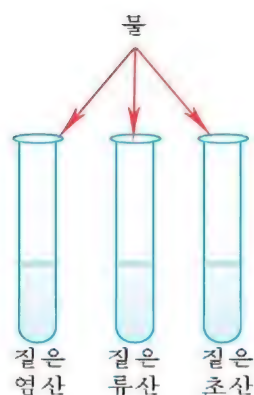


그림 4. 산의 용해

② 매 시험관의 용액을 유리막대기로 찍어 푸른 리트머스지에 묻혀본다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?

다음 매 시험관에 페놀프탈레인용액을 세방울씩 떨어구어넣는다. 용액의 색이 변하는가?

③ 매 시험관의 용액을 각각 두 시험관에 절반씩 갈라넣어 두조를 만든다. 그중 한조의 세 시험관들을 기울이고 시험관벽을 따라 콩알만 한 아연덩어리 4~5개를 조심히 밀어넣고 끝을 가늘게 뽑은 끈은 기체유도관을 쫓은 고무마개를 막는다. 나오는 기체를 시험관에 모아서 알콜등의 불길 가까이 가져간다. (그림 5)

일어나는 현상을 관찰하고 설명하여라.

④ 우에서 남은 다른 한조의 세 시험관들에 산화동 가루를 조금씩 넣고 뒤흔든다. 잘 용해되지 않으면 조심히 데운다. 산화동이 용해되는가? 현상을 설명하여라. (그림 6)

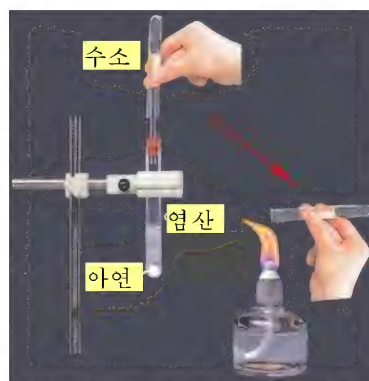


그림 5. 산과 금속이 반응하는가를 알아본다



그림 6. 산과 산화동이 반응하는가를 알아본다

산	물에 대한 용해성	물에 용해될 때 열현상	알림약의 색변화		금속과의 반응	금속산화물과의 반응
			푸른 리트머스지	페놀프탈레인		
염산						
류산						
초산						

[실험 5] 1mol/L 소금용액 50mL 만들기

실험목적: 물용액을 만드는 방법과 메스플라스크의 사용법을 익히는데 있다.

실험기구: 메스플라스크, 비커, 약저울, 증류수, 세척병, 스포이드, 약순가락

시약: 소금

실험방법

① 1mol/L 소금용액 50mL를 만드는데 필요한 소금의 량을 계산한다.

② 약저울에서 소금 2.9g을 단다.

- ③ 저울질한 소금을 비커에 넣고 20mL의 증류수에 유리막대기로 저어주면서 용해시킨다.
- ④ 용질이 완전히 용해되면 비커의 용액을 모두 50mL들이 플라스크에 부어넣는다.
- ⑤ 증류수로 비커의 안벽을 2~3번 씻은 세척액을 모두 메스플라스크에 부어넣는다. 메스플라스크를 가볍게 흔들어 용액이 충분히 혼합되게 한다.
- ⑥ 메스플라스크안의 액면의 눈금에서 1~2cm 되는 곳까지 오게끔 증류수를 천천히 메스플라스크에 부어넣는다. 그리고 용액의 오목면이 눈금과 맞아떨어지도록 스포이드로 증류수를 떨어넣는다.
- ⑦ 메스플라스크의 아구리를 마개로 막고 아래위로 몇번 흔들어놓아 용액이 골고루 혼합되게 한다.

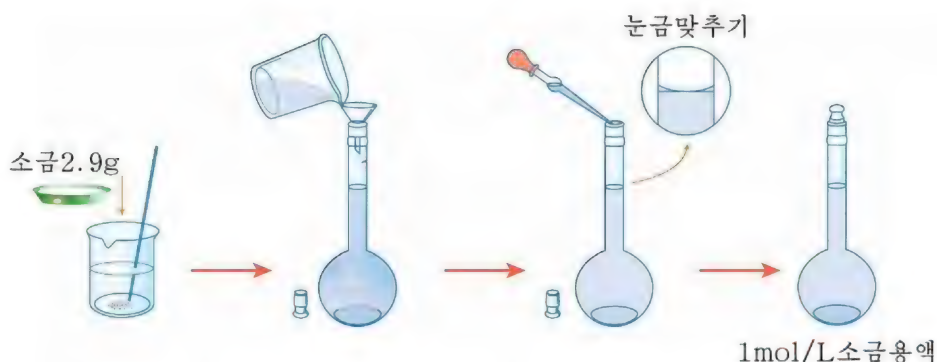


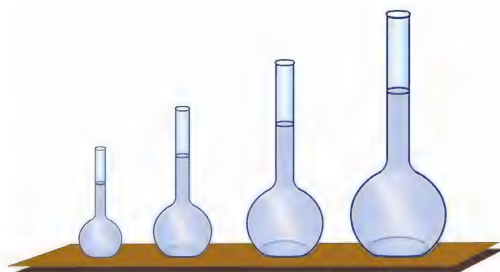
그림 7. 1mol/L 소금용액 50mL의 만들기과정

메스플라스크

메스플라스크는 물용액을 만들 때 액체 또는 용액의 체적을 정확히 재기 위하여 쓰는 실험기구이다.

메스플라스크를 잡을 때에는 눈금위의 긴 목부분을 쥐어야 한다.

흔히 쓰이는것들로는 다음과 같은것들이 있다. 50mL 100mL 250mL 500mL



물음

- ① 증류수로 비커안벽을 왜 세척하는가?
- ② 비커를 씻은 세척액을 메스플라스크에 왜 부어넣어야 하는가?
- ③ 왜 메스플라스크를 아래위로 흔들어 메스플라스크안의 용액이 충분히 혼합되게 하여야 하는가?

[실험 6] 염기의 성질

실험목적: 염기의 성질을 실험적으로 검증하는데 있다.

실험기구: 시험관, 유리막대기, 스포이드, 기체 유도관, 시험관대

시약: 수산화나트륨(고체), 수산화칼슘(고체), 수산화동(갓 만든것), 붉은 리트머스지, 페놀프탈레인용액(0.1%), 염산

실험방법

- ① 세개의 시험관에 수산화나트륨고체, 수산화칼슘고체, 수산화동(갓 만든것)을 1g정도씩 넣는다.
매 시험관에 물을 3mL씩 넣고 뒤흔들어 용해시킨다. 염기의 용해성과 용해될 때의 열현상을 관찰하여라. 어느 시험관의 물질이 잘 용해되지 않는가?(그림 8)
- ② 매 시험관의 용액을 유리막대기로 찍어 손가락에 묻히고 비비어본다. 어떤 손맛이 느껴지는가?(곧 손을 물에 씻어야 한다.)
- ③ 매 시험관의 용액을 유리막대기로 찍어 붉은 리트머스지에 묻혀본다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?
- ④ 매 시험관의 용액을 각각 두 시험관에 절반씩 갈라넣어 두조를 만든다. 그중 한조의 세 시험관에 페놀프탈레인용액을 세방울씩떨군다. 용액의 색이 어떻게 변하는가?
왜 그러한 변화가 나타나는가?
- ⑤ 방법 ④에서 페놀프탈레인용액을 떨구어넣은 매 시험관에 염산을 스포이드로 한방울씩 떨구어넣는 방법으로 시험관안의 용액의 색이 없어질 때까지 염산을 넣는다.

왜 마지막 한방울의 산에 의하여 용액의 색이 없어졌는가?(그림 9)

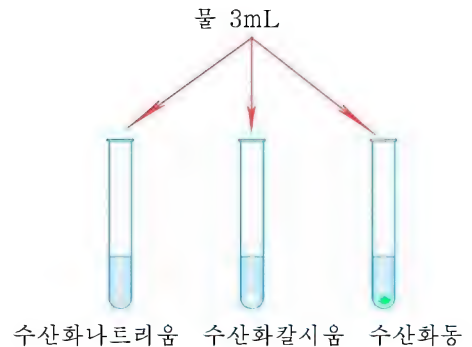


그림 8. 염기의 물에서의 용해

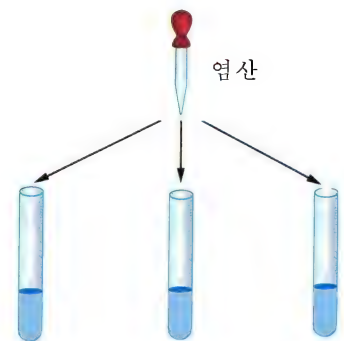


그림 9. 염기와 산과의 반응

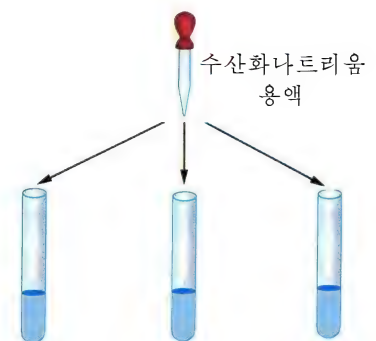


그림 10. 염기와 산이 반응한 용액에 다시 염기를 넣어본다

- ⑥ 이번에는 색이 없어진 때 시험관의 용액에 붉은 리트머스지를 잠그어본다. 그리고 때 시험관에 수산화나트륨용액을 1~2방울씩 떨어넣는다. 어떤 변화가 나타나는가?(그림 10)
- ⑦ 남은 다른 한조의 세 시험관용액에 차례로 기체유도관을 잠그고 입김을 조심조심 불어넣는다. 한 시험관에서 다른 시험관으로 기체유도관을 옮길 때에는 그것을 잘 씻어야 한다. 나타나는 현상을 설명하여라.
- 실험결과를 다음 표에 적어넣는다.

성질 염기	물에 대한 용해성	손맛	용해될 때 열현상	알림약의 색변화		산과의 반응, 그의 확인	비금속산화물 과의 반응
				붉은 리트머스지	페놀프 탈레인		
수산화나트륨							
수산화칼슘							
수산화동							

[실험 7] 몇가지 물질의 검출

실험목적: 다른 시약을 전혀 쓰지 않고 몇가지 물질이 어떤 물질인가를 알아내는데 있다.

실험기구: 시험관, 시험관대, 피펫, 스포이드

시약: 염화바륨용액, 류산아연용액, 탄산나트륨용액, 질산동용액, 류산용액

실험내용: 이름표가 없는 5개의 시약병에 염화바륨, 류산아연, 탄산나트륨, 질산동, 류산용액들이 각각 20mL씩 들어있다. 어느 시약병에 어떤 시약이 들어있는가를 알아내야 하는데 1~5번까지의 번호가 붙은 우의 시약병의 시약만 리용할수 있다.

실험방법

- ① 실험계획은 다음과 같이 세울수 있다.

물질	BaCl ₂	ZnSO ₄	Na ₂ CO ₃	H ₂ SO ₄	Cu(NO ₃) ₂
BaCl ₂		↓	↓	↓	
ZnSO ₄	↓		↓		
Na ₂ CO ₃	↓	↓		↑	↓
H ₂ SO ₄	↓		↑		
Cu(NO ₃) ₂			↓		
침전 및 기체발생수	3	2	3 기체 1	1 기체 1	1
시약병번호					

※ ↓: 침전물 ↑: 기체

- ② 실험계획에 근거하여 5개의 시험관에 1~5까지의 번호를 붙이고 같은 번호에 해당하는 시약병의 시약을 2mL씩 옮겨넣는다. 다음 1번 시약병의 시약을 스포이드를 이용하여 3~4방울씩 5개의 시험관에 각각 떨어뜨린다. 아래의 표에 침전물이 생기면 ↓로, 기체가 발생하면 ↑로, 변화가 없을 때에는 \로 표시한다.
- ③ 다른 깨끗한 5개의 시험관에 1~5까지의 번호를 붙이고 같은 번호에 해당하는 시약병의 시약을 역시 2mL씩 옮겨넣고 이번에는 2번 시약병의 시약을 스포이드를 이용하여 3~4방울씩 5개의 시험관에 각각 떨어뜨리는 다음 아래의 표에 같은 방법으로 나타낸다.

시약번호	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
밝혀낸 시약의 이름 및 화학식					

- ④ 3, 4, 5번 시약병의 시약을 우와 같은 방법으로 작용시켜 일어나는 변화를 표에 적어넣는다.
- ⑤ 실험과정에 정리한 우의 표와 실험계획을 대비하여 어느 번호의 시약병에 어떤 시약이 들어있는가를 적어넣는다.
- ⑥ 실험이 끝나면 실험결과를 서로 토론하여 정확한 결과를 얻어낸다.

붙임

- ① 실험에서 관찰한 반응들의 화학방정식을 쓰고 이온방정식으로 나타내여라.
- ② 실험이 끝난 다음 시약병에 시약이 왜 남아있어야 하는가?
실험에서 시약들을 정확히 알아냈는가를 알자면 어떤 실험을 진행해야 하는가를 하나하나 설명하여라.

[실험 8] 이산화탄소의 만들기와 성질

실험목적: 이산화탄소를 만들고 그 성질을 실험적으로 검증하는데 있다. 또한 기체 물질에 따라 기체만드는 장치들을 합리적으로 선택하고 그것을 다루는 방법을 숙련하는데 있다.

실험기구: 시험관(직경 30mm), 플라스크, 고무마개(한구멍, 두구멍), 비커, 안전깔때기, 기체유도관, 알콜등

시약: 염산(10%), 대리석(석회석), 석회수(또는 바리트수), 초(파라핀), 푸른 리트머스지

실험방법

이산화탄소의 만들기

① 이산화탄소를 만들려면 어떤 시약이 있어야 하는가?

② 이산화탄소만들기장치에는 여러가지가 있다. 합리적인 장치를 생각하여 꾸며라. 그림의 장치들은 열을 주지 않고 기체를 만드는 장치이다. 이 기체만들기장치들의 작용원리는 어떠한가?

③ 기체만들기장치에 대리석(석회석)조각을 넣고 다음에 염산을 넣는다. 장치에서 나오는 기체를 어떤 방법으로 모으는것이 좋겠는가? 화학방정식을 쓰라.



그림 11. 기체만들기장치를

이산화탄소의 성질

1) 기체유도관에서 나오는 이산화탄소를 물에 거꾸로 세운 물이 가득찬 시험관에 모은다. (그림 12)

- ① 이산화탄소는 색, 냄새가 있는가?
- ② 이산화탄소는 물에 잘 용해되는가?

- ③ 이산화탄소가 용해된 물에 푸른 리트머스 지를 대본다. 어떤 색변화가 일어나는가? 이산화탄소는 물과 반응하여 무엇을 만들었는가? 화학반응식으로 나타내어라.

물음

- ① 기체만들기장치 (ㄱ)가 가장 합리적이라는 것을 설명하여라.
- ② 이산화탄소가 물에 적게 용해된다는것을 어떤 실험으로 알아볼수 있는가?
- 2) 기체유도관에서 나오는 이산화탄소를 빈 비커 (또는 시험관)에 흘러들어가게 한다. 이산화탄소를 빈 그릇에 이렇게 모으는것은 이산화탄소의 어떤 성질을 리용한것인가?

- ① 이산화탄소가 들어있는 비커에 불타는 초를 넣어본다. (그림 13)
- ② 불타는 초가 들어있는 비커에 옷실험에서 모은 이산화탄소를 물을 부어넣듯이 비커를 천천히 기울여 부어넣는다. 어떤 변화가 일어나는가?

이산화탄소는 어떤 성질을 가지고있는가?

- 3) 시험관(비커)에 맑은 석회수를 5mL 넣고 이산화탄소를 흘려보낸다.

- ① 석회수에서 어떤 변화가 일어나는가? 그것은 무엇때문인가? 이때 생긴 흰 침전물은 무엇인가? 화학반응식으로 나타내어라.
- ② 흰 침전물이 생긴 시험관에 계속 이산화탄소를 흘려보낸다. 침전물은 어떻게 되는가? 그 리유는 무엇인가? 화학반응식으로 나타내어라.
- ③ 실험에서 얻은 맑아진 용액이 들어있는 시험관을 알콜등으로 열준다. 어떤 변화가 생기는가? 그 리유는 무엇인가? 화학반응식으로 나타내어라.



그림 12. 이산화탄소는 물에 조금 용해되어 약산인 탄산으로 된다

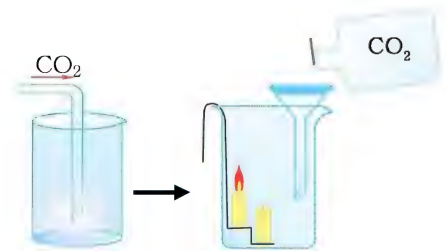


그림 13. 이산화탄소속에서 불이 꺼진다



그림 14. 이산화탄소와 석회수의 반응

물음

- ① 탄산염이 센산에 의하여 분해되는 성질은 어디에 리용할수 있는가?
- ② 시험관에 탄산나트륨이 들어있다. 어떤 방법으로 알아낼수 있는가?
- ③ 사람의 입김에는 이산화탄소가 들어있다. 어떤 방법으로 알아낼수 있는가?

[실험 9] 금속의 활성비교

실험목적: 금속의 활성을 실험으로 검증하는데 있다.

실험기구: 알콜등, 연마지, 피펫, 시험관

시약: 철선, 동선, 알루미늄선, 염산(1mol/L),
 류산(1mol/L, 70%), 류산동(1mol/L), 류산
 아연(1mol/L), 질산은(1mol/L)

실험방법

- ① 세 시험관에 5mL씩의 염산을 넣고 결면을 깨끗이 연마한 철선, 동선, 알루미늄선을 넣고 어떤 현상이 일어나는가를 관찰한다.
- ② 세 시험관에 5mL씩의 류산(1mol/L)을 넣고 우와 같이 철선, 동선, 알루미늄선을 넣고 현상을 관찰한다. 그리고 실험 ①과 비교한다.
- ③ 한 시험관에 70%류산 5mL를 넣고 여기에 동선을 넣은 다음 따스할 정도로 열을 준다. 어떤 현상이 일어나며 용액의 색이 어떻게 변화되는가?
- ④ 류산동용액 5mL를 세 시험관에 각각 넣고 여기에 철선, 동선, 알루미늄선을 넣는다. 나타나는 현상을 관찰하여라.
- ⑤ 두 시험관에 류산아연용액과 질산은용액 5mL를 각각 넣고 여기에 동선을 넣는다. 나타나는 현상을 방정식으로 쓰고 비교하라. 금속의 활성차레를 나타내여라.

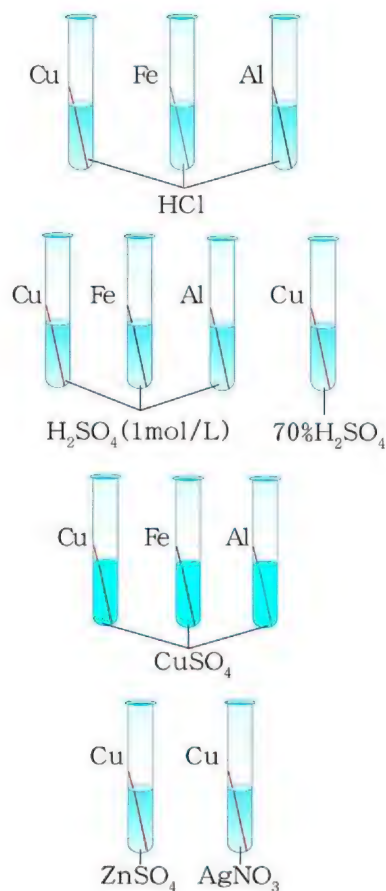


그림 15. 금속의 활성비교

실험문제 1

네 개의 시험관에 묽은 염산, 묽은 류산, 가성소다용액, 석회수가 제가끔 들어있다.

실험으로 이 물질들을 알아내어라.

실험문제 2

염화나트륨에 적은 량의 탄산나트륨이 섞여있다.

어떤 실험으로 이것들이 섞여있다는것을 알아낼수 있는가?

섞여있는 탄산나트륨은 어떤 방법으로 없앨수 있는가?

실험을 하여라.

실험문제 3

네 개의 병에 염화칼리움용액, 브롬화칼리움용액, 요드화칼리움용액, 묽은 염산용액이 제가끔 들어있다.

실험으로 이 물질들을 알아내어라.

부 록

몇가지 산, 염기와 염의 용해성(20℃)

음이온 양이온	OH ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻
H ⁺					
NH ₄ ⁺					
K ⁺					
Na ⁺					
Ba ²⁺					
Ca ²⁺					
Mg ²⁺					
Al ³⁺					
Mn ²⁺					
Zn ²⁺					
Fe ²⁺					
Fe ³⁺					
Cu ²⁺					
Ag ⁺					

물에 용해됨을 표시
 물에 용해되지 않음
 물에 약간 용해됨
 휘발성물질임
 존재하지 않거나 물을 만나면 곧 분해됨

몇가지 화학원소들

H	hydrogen	водород
He	helium	гелий
Li	lithium	литий
Be	beryllium	бериллий
B	boron	бор
C	carbon	углерод
N	nitrogen	азот
O	oxygen	кислород
F	fluorine	фтор
Ne	neon	неон
Na	sodium	натрий
Mg	magnesium	магний
Al	aluminium	алюминий
Si	silicon	кремний
P	phosphorus	фосфор
S	sulfur	сера
Cl	chlorine	хлор
Ar	argon	аргон
K	potassium	калий
Ca	calcium	кальций
Ti	titanium	титан
Cr	chromium	хром
Mn	manganese	марганец
Fe	iron	железо
Co	cobalt	кобальт
Ni	nickel	никель
Cu	copper	медь
Zn	zinc	цинк
Ga	gallium	галлий

Ge	germanium	германий
Se	selenium	селен
Br	bromine	бром
Kr	krypton	криптон
Rb	rubidium	рубидий
Mo	molybdenum	молибден
Rh	rhodium	родий
Pd	palladium	палладий
Ag	silver	серебро
Cd	cadmium	кадмий
Sn	tin	олово
Sb	antimony	сурьма
Te	tellurium	теллур
I	iodine	йод
Xe	xenon	ксенон
Cs	cesium	цезий
Ba	barium	барий
La	lanthanum	лантан
Ta	tantalum	тантал
W	wolfram	вольфрам
Os	osmium	осмий
Ir	iridium	иридий
Pt	platinum	платина
Au	gold	золото
Hg	mercury	ртуть
Pb	lead	свинец
At	astatine	астат
Rn	radon	радон
Ac	actinium	актиний

찾아보기

결정수	110	crystal water	кристаллизационная вода
결합에너지	173	bond energy	энергия связи
공유결합	42	covalent bond	ковалентная связь
구조식	43	structural formula	структурная формула
극성분자	47	polar molecule	полярная молекула
금속결정	52	metallic crystal	металлический кристалл
금속결합	51	metallic bond	металлическая связь
과산화물	147	peroxide	перекись
동위원소	6	isotope	изотоп
드문기체	29	rare gas	редкий газ
마그네샤크링카	112	magnesia clinker	магнезиальный клинкер
반데르발스힘	49	Van der Waals' force	сила Ван-дер-Ваальса
반응열	163	heat of reaction	теплота реакции
분자결정	49	molecular crystal	молекулярный кристалл
불길색반응	20	reaction of flame	реакция на пламени
산	70	acid	кислота
산성 산화물	129	acidic oxide	кислотный окид
산화환원반응	146	redox reaction	окислительно-восстановительная реакция
수산화물	89	hydroxide	гидроокись
수소화물	134	hydride	гидрид
자유전자	51	free electron	свободный электрон
생성열	168	heat of formation	теплота образования
전기음성도	46	electronegativity	электроотрицательность
전자층	8	electron shell	электронная оболочка
전자쌍	42	electron pair	электронные пары
전해질	60	electrolyte	электролит
족	34	group	группа
주기	34	period	период
주기법칙	33	periodic law	периодический закон

주기 표	33	periodic table	주기율표
중화반응	97	neutralization reaction	중화반응
할로젠	25	halogen	할로젠
흡알카리 금속	20	alkali-earth metal	알칼리-지구 금속
흡열 반응	163	endothermic reaction	흡열 반응
헤스법칙	170	Hess' law	헤스 법칙
화학결합	38	chemical bond	화학 결합
알카리 금속	15	alkali metal	알칼리 금속
양성 원소	10	electropositive element	양성 원소
양이온	10	positive ion	양이온
연소열	167	combustion heat	연소열
열함수	164	enthalpy	엔탈피
염	96	salt	염
염기	84	base	염기
염기성 산화물	122	basic oxide	염기성 산화물
염화물	109	chloride	염화물
음성 원소	10	electronegative element	음성 원소
음이온	10	anion	음이온
이온결정	39	ionic crystal	이온 결정
이온결합	38	ionic bond	이온 결합
이온반응	105	ionic reaction	이온 반응
이온방정식	105	ionic equation	이온 방정식
원자가	42	valence	원자가
원자결정	44	atomic crystal	원자 결정
원자구조	5	atomic structure	원자 구조
원자번호	5	atomic number	원자 번호

편찬위원회

김용진, 김영인, 한성일, 강영백,

김창선, 류해동, 차길복

총편집 교수 박사 박정수

화 학 (제1중학교 제4학년용)

3 판

집 필 손경철, 김미란, 부교수
강영백, 부교수 김승교

편 집 황동일

컴퓨터편성 김광영, 황동일

장 정 김광영

심 사 심의위원회

그 림 김순영

교 정 오혜란

낸 곳 교육도서출판사

인쇄소 교육도서인쇄공장

2 판발행 주체 99(2010)년 3 월 27 일

3 판인쇄 주체 101(2012)년 월 일

3 판발행 주체 101(2012)년 월 일

교-

값 원